39

~~J. XIII. 85. a.~~

Phys.
39/1.

GRUNDRISS

DER

EXPERIMENTALPHYSIK.

ENTWORFEN

VON

Dr. C. W. G. KASTNER,

PROFESSOR DER CHEMIE AUF DER UNIVERSITÄT ZU HEIDELBERG, VERSCHIEDENER GELEHRTEN GESELLSCHAFTEN MITGLIED.

BIBLIOTHECA CIVITATIS BABENBERGENSIS.

ERSTER BAND.

HEIDELBERG,

BEI MOHR UND ZIMMER

1810.



Den

Herren

P. ERMANN, E. G. FISCHER,
M. H. KLAPROTH

in Berlin

und

C. H. PFAFF

in Kiel

hochachtungsvoll

der Verfasser.

Schon vor zwei Jahren von meinen Zuhörern aufgefordert, ein eigenes Compendium Behuf's meiner Vorlesungen über Experimentalphysik zu entwerfen, wagte ich es endlich diesem von mir selbst lebhaft gefühlten Bedürfnisse abzuhelfen; in wieweit dieser Versuch gelungen, welchen durchzuführen mir bei überhäuften Berufsgeschäften, täglich kaum einige Stunden während des Semesters übrig blieben, mögen billige Sachverständige entscheiden. Jede Belehrung die auf solchem Wege zu mir gelangt, wird mich um so mehr zum innigen Danke verpflichten, da ich das Mangelhafte meiner Arbeit fühle und mir jede Aussicht zu ihrer Verbesserung willkommen ist.

Noch erlaube ich mir einige Bemerkungen beizufügen, die vielleicht die richtigere Beurtheilung des Ganzen erleichtern. Es war ursprünglich bestimmt in einem Bande zu erscheinen, als unvorhergesehene Umstände eintraten, welche den Verleger und mich bestimmten, bis zu Ende des fünften Cap. (etwas über die Hälfte des Buchs) den ersten Band zu schliessen, und die übrigen Theile im zweiten und lezten Bande nachfolgen zu lassen. Der erste vorliegende Theil der Experimentalphysik selbst, ist mit „Untersuchungen der Anziehungen in meſsbaren Fernen" überschrieben; ich bitte dieses nicht zu strenge zu nehmen. In gewisser Hinsicht liesse sich wohl beweisen, daſs gar keine Anziehungen in meſsbaren Fernen existiren können, oder auch umgekehrt, daſs alle Anziehung in die Ferne wirke. Es kommt nur darauf an, wie man sich die Sache denkt. Glaubt man, daſs ein Körper A auf den entfernten Körper B anziehend wirken könne, ohne alle zwischen A und B in der Richtung der Wirkung denkbaren Raumtheile zu treffen, so irrt man wohl ohnstreitig, und selbst die Wirkungen der Schwere lassen sich nur dadurch bezeichnen, daſs jeder schwere Theil des Weltkörpers, und alles was ausser demselben sich befindet, erregend afficirt werde, und so die Schwereanziehung fortflanze. Auf

gleiche Weise setzen sich aber alle Anziehungen fort, und bei jeder Art wirkt nothwendig der anziehende Theil, mehr oder weniger über seine Grenze hinaus, den Angezogenen zu einer ähnlichen Wirkungsweise bestimmend. Hält man dieses nun für Wirkung in die Ferne, so muſs man zur näheren Bestimmung nur noch das Wörtchen mittelbar hinzufügen, um wie ich glaube Recht zu behalten. Will man hingegen jede mittelbare Anziehung in die Ferne, als keine eigentliche Fernenwirkung passiren lassen, nun so bleibt weiter nichts übrig, als diese überhaupt nicht in und an den Körpern, sondern bei freien Geistern zu suchen, und zur Ausmittelung ihrer Wirkungsgesetze nicht bei der Physik sondern an der Quelle, beim eigenen Ich nachzufragen, wenn es sich anders hierüber zu einer Antwort verstehen wird.

Sehr bedaure ich es, LA PLACE's erschöpfende Theorie der Haarröhrchen durch Zufall zu spät kennen gelernt zu haben; es blieb mir daher weiter nichts übrig, als sie in den Verbesserungen zu citiren; übrigens würde dennoch das Cap. von Adhäsion und Cohärenz dem ersten Theile einverleibt worden seyn, da verschiedene tropfbare Flüssigkeiten, auch in verdünnter Luft, und hier noch stärker (z. B. Quecksilber) ge-

genseitige Anziehung zeigen, wenn sie noch sichtbar von einander entfernt sind; wiewohl diese und ähnliche Anziehungen streng genommen eher Erfolge der Cohäsion, der eigenthümlichen specifischen Schwere, als der Adhäsion sind.

Schon stand ich im Begriffe HILDEBRANDTS (dessen dynamische Naturlehre) Beispiele zu folgen, und die Formeln durch ausgeführte Berechnungen zu verdeutlichen, als ich durch das Raumzersplitternde dieses Verfahrens genöthigt wurde davon abzustehen. Zur Ersparung der Zeit werde ich für die Zukunft, gleich beim Anfange der Vorlesungen, erweiterte Formeln und Berechnungen einzelner Fälle zur Abschrift meinen Zuhörern mittheilen, und auf diese Weise für die Experimente um so mehr Zeit gewinnen. Endlich habe ich mich noch der jeder weiteren Untersuchung vorangehenden Experimente wegen zu rechtfertigen; eines Theils sollten sie dazu dienen, meine Zuhörer stets daran zu erinnern, daſs ich zur Entscheidung über Gesetze der Natur, nur die Erfahrung als den gültigsten Schiedsrichter anerkenne; andern Theils waren sie dazu bestimmt, den Zuhörer auch ohne weitläuftigen Apparat in den Stand zu setzen, die wichtigsten Untersuchungsresul-

tate, für sich zu Hause selbst noch einmal durchzuprüfen, und ihn dadurch nach und nach zu gewöhnen, der zur Zeit so sehr vernachlässigten Experimental-Untersuchung mehr Geschmack abzugewinnen; indem sie es nämlich gleich anfänglich möglich machen, die Freude über selbst angestellte Versuche mit anderen Experimentatoren zu theilen. Jedem Cap. und jedem Absatze lasse ich übrigens einige Bemerkungen, die Gegenstände der Untersuchung und die Resultate betreffend, welche sie uns gewähren werden, vorangehen, ehe ich zu den Experimenten selbst gelange, und die häufig in den Noten (welche ich mündlich nur im Auszuge berühre) angezogenen Versuche und Beobachtungen, dienen dann zur Erweiterung der Experimente.

Ich schliesse diese wenigen Erinnerungen mit der Versicherung, nach Einheit und wissenschaftlicher Form der Physik gestrebt zu haben; jedoch wissentlich nie zum Nachtheil dessen, was die Erfahrung bisher reichte. Diesem Verlangen gemäſs, vermogte ich es auch nicht über mich zu gewinnen, den meteorologischen und physisch astronomischen Theil ganz auszuschliessen, sondern ich hielte es vielmehr für Pflicht, den Blick des Zuhörers, dann für die grösseren Na-

turphänomene zu gewinnen, wenn die Resultate der blossen Experimental-Untersnchung umfassendere, den Forscher, der Natur selbst näher bringende Belege bedürfen.

Kastner.

INHALT.

EINLEITUNG.

I. ABSCHNITT.

Allgemeines Verhältnifs des forschenden Menschen. S. 1.

§. 1. Andeutung dieses Verhältnisses. §. 2. Des Menschen als Naturforscher. §. 3. Als mit Sinnen begabtes Wesen. §. 4—8. Allgem. Erfahrung über die Thätigkeit der Natur und Regel sie zu studiren.

II. ABSCHNITT.

Allgemeine Angabe des Gegenstandes der Physik; ihrer Geschichte und Literatur. S. 30.

§. 9—10. Angabe des Gegenstandes. §. 11—13. Geschichte und Literatur. §. 14. Arten des Studiums der Physik. §. 15 Hülfsmittel dazu.

III. ABSCHNITT.

Bestimmung der allgemeinsten Begriffe in der Physik. S. 60.

§. 16. Leiden und Thun. Zustand. Dinge. Materien. Körper. §. 17. Ursach und Wirkung. Qualitäten. §. 18. Kraft und Vermögen. §. 19. Grösse der Kräfte und Art der Wirkung im Allgemeinen. §. 20. Grundkräfte.

§. 21. Freiheit und Nothwendigkeit Raum und Zeit. Räumliche Begrenzung und Periodicität. §. 22. Undurchdringlichkeit. §. 23. Dichtigkeit. Maas und Gewicht. §. 24. Atomistische Vorstellung, Porosität und Continuität. §. 25. Dynamische Ansicht. §. 26. Neuere Ansichten. §. 27. Chemische Beschaffenheit. §. 28—29. Chemische Zerlegung. §. 30. Mechanische Theilung. §. 31. Berührung als allgemeine Bedingung gegenseitiger Einwirkung. §. 32. Anziehung. §. 33. Abstossung. §. 34—35. Bewegung und Ruhe.

IV. ABSCHNITT.

Nähere Untersuchung der Bewegung und ihrer Gesetze. S. 107.

§. 36—37. Arten der Bewegung. §. 38. Mittel (Medium). §. 39. Widerstand. §. 40. Druck. §. 41—42. Stoſs. §. 43—44. Stoſs elastischer Körper. §. 45. Arten der Elasticität. §. 46. Schall und Schallschwingung.

ERSTER THEIL.

Untersuchung d. Anziehungen in meſsbaren Fernen.

I. CAPITEL.

Von der Schwere. S. 151.

A) Von dem Fall der Körper. B) Von dem Schwerpuncte. C) Vom Hebel. D) Bewegung auf der schiefen Ebene. E) Vom Pendel. F) Von der Verminderung der Schwere und denen daraus folgenden Veränderungen ihrer Beschleunigung. G) Von den Bewegungen und Massenverhältnissen der Weltkörper. H) Von der Wir-

kung der Schwere auf einzelne Materien mit Berücksichtigung ihres Zustandes.

II. CAPITEL.

Von dem Drucke flüssiger Körper. S. 272.

A) Von den verschiedenen Zuständen des Flüssigen. B) Von dem Drucke tropfbarer flüssiger Körper. C) Vom Verhältniſs ruhender tropfbarer Flüssigkeiten zu festen Körpern. D) Vom Verhältniſs elastischer Flüssigkeiten zu ruhenden tropfbaren und festen Körpern. E) Vom Verhältniſs flüssiger und fester Körper im Zustande der Bewegung mit einander verbunden; oder von der Hydrodynamik.

III. CAPITEL.

Von der Anhaftung und Zusammenhaltung der Körper. S. 394.

A) Von der Anhaftung oder Adhäsion im Allgemeinen. B) Von der hygroskopischen Beschaffenheit der Körper. C) Vom Aufsteigen der tropfbaren Flüssigkeiten in Haarröhren. D) Von der Adhäsion fester Körper. E) Vom Zusammenhange oder von der Cohärenz der Körper.

IV. CAPITEL.

Von dem Magnetismus. S. 382.

A) Von der Erregung des magnetischen Verhältnisses. B) Von der Anziehung und Abstossung magnetischer Körper. C) Von der magnetischen Vertheilung und von dem Vermögen der Körper den Magnetismus zu leiten. D) Vom Verhältniſs der Magnete zur Erde.

V. CAPITEL.

Von der Electricität. S. 416.

A) Von der Erregung des electrischen Verhältnisses. B) Von der Leitung und Isolation der Electricität. C) Von den entgegengesetzten Electricitäten und von der electrischen Vertheilung. D) Ueber die electrischen Meteore. E) Von der thierischen Electricität. — §. 112. Bemerkung über die Theorie der Electricität.

Verbesserungen.

Seite 3 Zeile 10 von oben statt ansehaulicher lies *anschaulicher*. S. 29 Z. 7 v. unten st. bestättigen l. *bestätigen*. S. 40 Z. 14 v. ob. st. chemisahen l. *chemischen*. S. 47 Z. 12 v. ob. st. Aufstellung l. *Aufhellung*. S. 61 st. §. 16. l. §. 17. S. 62 st. §. 17. l. §. 18. S. 63 st. §. 18. l. §. 19. u. st. §. 19. l. 20. S. 70 Z. 12 v. ob. st. qualitas l. *quantitas*. S. 76 st. §. 23. l. 24. S. 86 Z. 13 v. u st. möglich l. *anschaulich*. Ebendas. Z. 14 v. u. st. vertretende l. *eintretende*. S 91 Z. 5 v. u. st. iu l. *in*. S. 94 Z. 5 v. u. st. wahre l. *wache*. S. 96 Z. 2 v. ob. st. so weniger l. *so schwächer*. S. 113 Z. 15 v. u. nach Hyperbel füge hinzu $y^2 = px + \frac{px^2}{a}$. S. 139 Z. 21 v. ob. st. in l. *ein*. S. 141 Z. 1 v, ob. st. siah l. *sich*. S. 115 Z. 2 v. u. st. ADG l. *ADB*. S. 192 Z. 14 v. ob. st. kürzer l. *langsamer*. S. 206 Z. 8 v. ob. st. geringer l. *geringeren*. S. 225 Z. 5 v. u. st. ☋ u. ☊ setze ☋ u. ☊. S. 241 Z. 2 v. u. st. 1803 l. 1808 u. st 95 l 97. S. 242 Z. 6 v. ob. st. 95 l. 97. S. 264 Z. 9 v. u. st. mechanique l. *mécanique*. S. 268 Z. 4 v. ob. st. Taf. II. l. *Fig.* 9 *Taf. II.* S. 305 Z. 16 v. ob. nach, Instrumente, füge hinzu — Saussures von Bertholet verbessertes Manometer Gilberts Ann. XXVII S. 121. S. 314 Z. 14 v. ob. nach, Fische, füge hinzu — vergl. Biot in Gilberts Ann. XXVI. S. 454 ff. S. 322 Z. 7 v. ob. nach S. 49 füge hinzu — Vorzüglicher ist die von la Place gegeb. Formel; vergl. Gilberts Ann XXVI. S. 152. 194. S. 336 Z. 12 v. u. st. âssern l. äussern. Ebend. Z. 16 v. u. st. Barometerhöhe l. *Barometerröhre*. S. 349 Z. 4 v. ob. st. Auhaftung l. *Anhaftung*. S. 352 Z. 14 v. u. st. in l. *die*. S. 366 Z. 4 v. ob. nach, der, füge hinzu *erste*. Ebend. nach 4 füge hinzu — Biots Darstell. der Theorie d. H. de la Place über die Wirkung der Haarröhrchen etc. Gilberts Ann. XXV. S. 233. S. 385 Z. 2 v. ob. streiche das (. S. 408 Z 16 ob. nach hieher, füge hinzu — Prony's Beschreib. und Gebrauch eines Instruments, woraus sich die tägliche Variation u. Declination der Magnetnadel mit grosser Genauigkeit messen läſst. Gilberts Ann. XXVII. 4. 55. S. 416 Z. 12 v. u. st. leichten l. *leichte*.

Verbesserungen.

[illegible] ohne statt ausschliesslicher [illegible] S. [illegible] Z. [illegible] [illegible] S. 20 Z. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] Abhandlung [illegible] [illegible] S. 61 [illegible] S. 17. S. 63 [illegible] S. 18. [illegible] [illegible] [illegible] Z. 12 [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] S. [illegible] Z. 14 [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] S. 113 Z. 11 v. [illegible]

[illegible] S. 119 Z. 21 [illegible] [illegible]

[illegible] S. 191 Z. 1 [illegible] S. 141 Z. [illegible] [illegible] [illegible] S. 191 Z. 14 [illegible] S. 206 Z. [illegible] [illegible] [illegible] Z. [illegible] [illegible] S. [illegible] Z. [illegible] [illegible] S. 222 Z. [illegible] [illegible] S. [illegible] Z. [illegible] [illegible] S. 228 Z. [illegible] [illegible] S. 226 Z. 16 v. [illegible] [illegible] [illegible] — Saussures [illegible] Bernoulli [illegible] [illegible] Gilberts Ann. XXVI [illegible] S. 274 Z. 11 v. [illegible] [illegible] [illegible] Biot in Gilberts Ann. XXVI [illegible] S. [illegible] Z. [illegible] [illegible] [illegible] — Vorzüglicher ist die von La Place [illegible] Gilberts Ann. XXVI. S. [illegible] S. 238 Z. 12 [illegible] [illegible] [illegible] Z. 16 v. [illegible] [illegible] [illegible] S. 249 Z. 4 v. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] S. 266 Z. 4 v. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] — Biots [illegible] der Theorie [illegible] [illegible] [illegible] Gilberts Ann. XXV. S. [illegible] [illegible] das [illegible] S. 288 Z. 19 [illegible] [illegible] — Prony [illegible] und [illegible] [illegible] [illegible] die möglichen Veränderungen [illegible] der [illegible] mit grosser Genauigkeit messen lässt. Gilberts Ann. XXVII. S. [illegible] S. [illegible] Z. 12 [illegible] [illegible] [illegible]

EINLEITUNG.

I. ABSCHNITT.

ALLGEMEINES VERHÄLTNISS DES FORSCHENDEN MENSCHEN.

§. 1.

Alles Forschen beginnt mit dem Bewuſstseyn, denn nur sich selbst bewuſste Wesen sind der Forschung fähig. Sich selbst steht der Mensch in dieser Hinsicht gegenüber, in sich unterscheidend: freies Seyn, und leidendes, beschränktes Daseyn; beide nur relative Gegensätze sind in seiner Persönlichkeit vereint, und mithin zu betrachten, als Grundverhältnisse Eines Wesens.

Bemerkungen. 1) Wir nennen dieses Wesen, zu dessen Anschauung wir nicht unmittelbar gelangen, sondern durch die in uns liegende Fähigkeit: zu denken und zu wollen: unsere Vernunft oder den menschlichen Geist, welchen wir allen Wesen, die ein gleiches Verhältniſs besitzen, zugestehen und also neben dem eigenen Geiste andere menschliche Gei-

ster anerkennen müssen. Diese in der Persönlichkeit sichtbar werdende Nothwendigkeit, welcher unser Geist unterworfen ist, wenn er zur Selbstanschauung gelangen will, führt zu der Idee des unbedingten, einigen ewig selbstthätigen Seyns, wo vollkommen klares, allumfassendes Wissen, ewige Wahrheit mit Ausschluſs jeder durch Individualität herbeigeführten Täuschung, statt des persönlichen Bewuſstseyns gegeben ist. Die Fähigkeit aber, uns zu der Idee jenes rein geistigen, unbedingten oder göttlichen Seyns zu erheben, bezeugt unmittelbar unsre eigene göttliche Abkunft, und sichert uns die Möglichkeit der Erhebung über das irdische Daseyn und dessen Verhältnisse, oder die Realität des Glaubens an eine ewige Fortdauer. Eine Folge dieses göttlichen Urquells menschlicher Natur ist die Ahnung jener höheren Abhängigkeit, die über den Menschen als Schicksal waltet; der Glaube an eine göttliche Regierung der Welt und dessen Offenbarung im religiösen Gefühle.

2) Diesem Verhältnisse des Menschen als Vernunftwesen (zu Gott) untergeordnet ist das der Vergleichung, zu sich selbst und zur Welt, oder als Verstandesmensch. Das, was dem menschlichen Wesen entspricht, und überhaupt, was unter Gesetzen einer bestimmten Beziehung, unter Fesseln niederer Nothwendigkeit lebt, d. i. die gesammte Erscheinungswelt. liegt im Gebiete des menschlichen Verstandes, und kann — wenigstens der Möglichkeit nach — von ihm begriffen werden.

3) Das Verhältniſs des sich bewuſsten von Ichheit zeugenden Menschen, ist daher ein gedoppeltes: nämlich dasjenige zu dem denkbar höchsten Standpunkte seines Innern, zum einigen geistigen Wesen, zum

Geiste aller Geister: zur Gottheit; und das zu Allem was sich ihm als Gegenstand, als Aeusseres, als Erscheinungswelt, als Natur darbietet. Zwischen beiden tritt er mit seiner Persönlichkeit als Vermittler auf, das erstere ahnend, in reiner Begeisterung schauend, das leztere empfangend, beurtheilend, begreifend und durch sich selbst unterhaltend.

4) Wir können uns dieses Verhältniſs der Welt zu Gott, und somit der endlichen Seite des Menschen zum Unendlichen ansehaulicher machen, wenn wir das rein geistige göttliche Seyn (im Gegensatze des den Gesetzen der Endlichkeit, der inneren Nothwendigkeit folgenden Daseyns) als unbedingt schaffende Thätigkeit, als ewige Idee, und derselben gegenüber die Stufe möglichster Beschränkung selbstständiger Thätigkeit (für uns z. B. zunächst die anorganische Natur) festsetzen; so wie alles zwischen beiden Verhältnissen des Seyns wirklich Vorhandene, als den in unendlicher Mannigfaltigkeit sich darstellenden Ausdruck jener Idee. Jede niedere Stufe deutet dann auf eine höhere hin; in der anorganischen Natur, die Ahnung eines freieren Lebens, (das ist einer selbssständigeren (individualisirteren) Daseynssphäre, die im Allgemeinen in der organischen Natur gegeben, und in Beziehung auf unsre Erde zunächst mit Pflanzenwelt zu bezeichnen wäre; wo eine ähnliche Hinweisung auf die Thierwelt, und hier auf den höchsten Moment des thierischen Lebens, die Abstufungen des Selbstgefühls durchlaufend, auf persönliches Bewuſstseyn statt findet, die im Menschen verwirklicht, der ruhigen Betrachtung oder vielmehr der religiösen Andacht, der Begeisterung (des Forschers, des Künstlers

oder des Priesters) bedarf, um die Schauung des Höchsten einzuleiten. – Die Menschennatur ist daher für alle Erdgebilde die lezte Vergleichungsstufe; je mehr sie sich derselben nähern, um so mehr leben die Erdindividuen sich selbst, mit ihrem Wesen zugleich auf ein höheres gemeinsames Leben, auf das des Universums, als eines Ganzen hindeutend; umgekehrt, je weiter von der Menschennatur entfernt, um so mehr ist die höhere Selbstständigkeit unterdrückt, und die vollendetere Hingebung an die Aussenwelt begründet.

§. 2.

Die Naturforschung findet mithin ihre ursprüngliche Quelle ebenfalls im Bewufstseyn, und wir selbst machen uns zum Gegenstande jener Forschung, wenn wir Alles, was uns ein Aeusseres, Abhängiges ist (also auch der Mensch im Akte der Selbstbetrachtung) oder das, was wir kürzer Natur nennen, einer höchsten Vergleichung unterwerfen. Die Verstandesbeweise für die Richtigkeit der Gleichung; d. i. die aus den Thätigkeitsverhältnissen der Gegenstände gezogenen Schlüsse, können für sich auf keine unbedingte Gültigkeit Anspruch machen, erlangen jedoch einen hohen Grad allgemeiner Gewifsheit wenn ihnen die innere Stimme der Wahrheit: die Vernunft entgegen kommt, und so den Arbeiten des Forschers den Stempel des Wissens verleihet.

Bemerk. 1) Die Naturforschung verlangt nicht, dafs ihre Wahrheiten nur Gut des Einzelnen sind, sondern Aller. Ihre Methode, das Wahre in den Erscheinungen zu ergründen, mufs daher nicht auf die einzelnen subjectiven Verhältnisse der Menschen, sondern auf den höchsten Standpunct ihrer Daseynssphäre, auf die Gesetze des Verstandes und deren lezte Ableitung, somit auf den in allen am Geiste gesunden Menschen entwickelten göttlichen Zeugen der Wahrheit, auf ihre Vernunft, gestützt, geprüft und gegründet werden. Es ist richtig, dafs in der Weise, wie wir die Dinge betrachten: wir nur unsere Ansicht haben; der Mensch soll aber als denkendes Wesen nicht blofs eine seiner Subjectivität entsprechende Ansicht von der Welt entwerfen, sondern stets dahin streben, seine und alle Ansichten einzelner Menschen, von dem zu befreien, was an ihnen einzeln ist, oder was von der mehr oder minder beschränkten Persönlichkeit des Entwerfers zeugt. Nicht für die einzelnen Menschen, sondern im Namen der Menschheit, mit der nur möglichen Kraft, Ausdauer und Besonnenheit, mufs der Weg zur Wahrheit gesucht und verfolgt werden.

2) Sofern unsere Kenntnisse aus der Vernunft (a priori) abgeleitet sind, oder eine solche Ableitung sich unmittelbar nachweisen läfst, werden sie in ihrer Trennung als Theile des menschlichen Wissens betrachtet, und zu einem Ganzen vereint W i s s e n s c h a f t genannt; deren Mannigfaltigkeit durch diejenige des Geistes bestimmt wird. So können wir z. B. in Rücksicht der Naturkenntnisse, aus allgemeinen und blofs construirten Begriffen der Materie, gewisse Sätze ableiten, welche uns über einzelne Anziehungsverhältnisse der verschiedenen Materien Aufschlufs gewäh-

ren; die meisten Kenntnisse erlangen wir indefs nur durch Wechselwirkung unserer Sinne und unseres Verstandes, d. i. auf dem Wege der Erfahrung (a posteriori) wo der Gegenstand nicht von uns producirbar ist, und die Natur desselben, als etwas von uns ungeschaffenes (und im Moment der Erforschung) von uns unabhängiges angesehen wird. Die Aufgabe ist hier, die gesammten Erfahrungen in richtige Beziehung mit unserer Vernunft zu setzen, oder die Gesetze, welche die Erfahrung darbietet, die der Verstand aus ihnen durch Vergleichung ableitet, durch die Vernunftgesetze zu berichtigen, und ihnen so wissenschaftlichen Werth zu geben, oder vereint als empirisches Wissen von dem Gegenstande, als Erfahrungswissenschaft aufzustellen; die man indefs richtiger durch Kunde (z. B. Arzneikunde) bezeichnet. Hieher gehören denn auch die Kenntnisse von der Natur, so weit sie gegenwärtig gediehen sind; streng genommen, kann man nur von einer Naturkunde sprechen, ohnerachtet die ältere Geschichte und unsere Zeit mehrere achtungswerthe Männer zählt, die entweder das Erfahrene zur Wissenschaft erhoben, oder aus der höchsten Idee des Seyns, den mannigfaltigen Ausdruck dieser Idee in den Erscheinungen gesetzmässig zu bestimmen, und somit die Möglichkeit der Natur in ihrer unendlichen Mannigfaltigkeit darzuthun sich bemüheten. Es ist dieses das Geschäft der Philosophie, oder der Wissenschaft des an sich Wahren, die eigentlich in ihren Gesamtbeziehungen Naturphilosophie ist, gewöhnlich aber diesen Namen erhält, wenn sie mit Ausschlufs der Ideen der Moral und des Rechts die Möglichkeit und Nothwendigkeit aller Beziehungen des innern Menschen zur Natur, wie sie

erscheint und wie sie gedacht werden muſs, entwickelt. Diese philosophische Bearbeitung der Naturkenntnisse überhaupt, macht indeſs keineswegs das Geschäft des Sammelns und Vergleichens, oder den in der physischen und geistigen Natur des Menschen und seines Verhältnisses zur Erde begründeten und vorgezeichneten Weg, bisheriger Naturforschung entbehrlich, sondern die Naturphilosophie würde vielmehr, ohne jene Bemühungsweise in's Auge zu fassen, eine bedeutungslose Skitze geliefert haben. Die wahre und volle Bedeutung, das wahrhafte Einverständniſs mit der Natur, so weit es dem denkenden Erdbewohner möglich ist, kann ihm aber nur durch Vereinigung beider Wege werden; eine Methode des Naturstudiums, zu der sich unsere Zeit unter mancherlei Formen, auf mancherlei Weise kräftig rüstet; die aber erst zur Darstellung gelangen kann, wenn der Philosoph nicht mehr sein System, sondern die Natur selbst zu erweisen sich beeifert, und der Beobachter und Experimentator zu der Ueberzeugung gelangt, daſs man von der Idee (von dem absoluten Begriffe) seiner selbst und somit der Natur ausgehen müsse, um für den Wechsel der Erscheinung den richtigen Gesichtspunkt zu gewinnen, und die gegenseitige Bedeutung der Dinge in der Wahrheit aufzufassen.

3) Jedes philosophische System geht von einem unbedingt Wahren, von einem höchsten Princip aus, und jeder Stifter derselben versucht es, die gesammten Wahrheiten von Gott, Natur und Intelligenzwelt, aus einem unbedingt wahren Erkenntniſsgrunde abzuleiten. Plato (ohne aus seiner Idee ein in sich geschlossenes System darzustellen) setzte eine Erste Idee, Idee der Ideen, als Urquelle des Denkens und Seyns, der

Idealität urd Realität. Beide sind ihm, ihrem Wesen zu Folge, eins, nicht absolut, sondern nur relativ entgegengesetzt. Seine Philosophie, auf Idendität des Seyns und Denkens sich gründend, ist Idenditätsphilosophie. Zu ähnlichen Einsichten gelangten auch SPINOZA und LEIBNITZ, bildeten aber ihre Systeme einseitig, indem der erstere das Urseyn (die absolute Natur) lezterer das Urdenken (die absolute Intelligenz, Monas) als jenen lezten Erkenntniſs- und Wissensgrund aufstellten. SPINOZA war Realist, LEIBNITZ Idealist. DES CARTES setzte Geister und Naturwelt als einander absolut entgegengesetzt, und die Gottheit als Vermittlerin gegenseitiger Wechselwirkung und Harmonie; er war Dualist. KANT setzte als leztes Prinzip des Wissens, die Einung der Anschauungsformen und des Denkens im reinen Selbstbewuſstseyn oder im Ich. Die menschliche Vernunft ist endlich und sinnlich, sie ist beschränkt; vermöge dieser Beschränkung giebt es für uns unüberwindliche Unwissenheit, keine absolute Erkenntniſs, wir können nur wissen, was im Gebiete der Erscheinungswelt liegt, jenseits derselben ist das menschliche Wissen absolut beschränkt, dem ewigen nähern wir uns nur durch Glauben. Um dem Kantischen Systeme die mangelnde Einheit zu verleihen, wandelte REINHOLD den Grundsatz, alles Wissen aus einem ersten Princip abzuleiten, in die Aufgabe aller Philosophie: das Wesen der Dinge aus dem Wesen der Gottheit zu erkennen; wogegen FRIES den Einwurf machte, daſs der Mensch das Wesen der Gottheit weder fassen noch begreifen könne, vielweniger noch das Wesen der Dinge aus ihm, wobei wir auf §. 1. und oben hinweisen. REINHOLDS Denken als Denken, BARDILI's

prius, Fichte's Steigerung des reinen Bewuſstseyns bis zum absoluten Selbsthandeln, in seinem reinen Ich (als Princip des Denkens und Seyns, der Idealität und Realität, welches die Aufgabe hat, sich vom Nicht-Ich nur abhängig zu machen, um es zu erkennen, und dadurch zur ungetrübten Anschauung seiner selbst zu gelangen; die Welt ist dem Ich ein subjectives Object, eben so verschieden, als wie es dem Ich gelungen ist, seine obige Aufgabe zu lösen, die Nothwendigkeit der Lösung steht als einmal gegeben da, zu ihr reicht kein Begreifen und Wissen, sondern — Glaube) und das Absolute des Schelling, sind als eben so viele eigenthümliche Bestrebungen anzusehen, jene Aufgabe zu lösen: das Wesen der Dinge aus der ewigen Einheit zu erkennen. Schelling einsehend das Mangelhafte in der Art, wie seine Vorgänger sich jenes Princip theils eigen zu machen, theils durchzuführen versuchten, stellt — aus den ältern Weisheitsschulen eines Plato, Spinoza und Leibnitz zurückkehrend — nach dem Beispiele des erstgenannten ein Princip auf, welches sich durch Einheit, Unbedingtheit und Allgemeinheit karakterisirt, und sich ausspricht als Idendität der absoluten Idealität und der absoluten Realität, und dadurch sowohl auf formelle — logische — als auf reelle und objective Gültigkeit Anspruch macht. Geister- und Körperwelt existiren durch einen ewigen Schöpfungsakt des Absoluten. — Die Mannigfaltigkeit der Individuen geht in's Unendliche. — Alles Seyende gehört entweder in die Welt freier Geister oder der absoluten Abhängigkeit des Causalnexus. Nichts geht unter.) Zugleich begegnet er dadurch dem für die Geschichte des Criticismus wichtigen Einwurf Ja-

cobi's, gegen die früheren, aus der scholastischen Philosophie entsprungenen und Wolfischen bloſs logischen Methoden, „daſs um zu beweisen, erst etwas Bestimmtes gegeben seyn müsse, aus dem bewiesen werde, ehe man Beweise zu führen beginne;" ein Einwurf, der in seinen Folgen von Kant aufgefaſst, diesen zu seiner Critik der Vernunft führte; ob sich aber Schelling des Eschenmeyerschen Vorwurfs: die Gottheit mit der menschlichen Vernunft verwechselt zu haben, vollkommen wird entledigen können, steht dahin. Merkwürdig ist es übrigens, daſs Fichte's transcendentaler Idealismus, und der transcendentale Realismus der Scholastiker (ihre sogenannte Prioritas naturae) aus demselben Satze und auf dieselbe Weise nur nach entgegengesetzter Richtung entstanden sind. Man vergleiche: Platons Werke übers. (nach der Stephanischen Ausgabe) von F. Schleiermacher. Berlin 1804. 8. — Aristoteles Stagirita. Opera omnia, c. Commentar. Averrhois. Tom. XI. Venetiis 1560. 8. eadem graec. et latin. Aurel. Allohr. 1607. 8. — Commentar. Collegii Conimbricensis e Soc. Jesu in universam Dialecticam Aristotelis St., Colon. Agrippinae MDCXI. Plutarchus, Chaeronensis, de Vlacitis et decretis Philosophor. ed. G. C. Gebhardi. Gryph. 1692. 12. — T. Lucretii Cari de rerum natura; libri sex ad optimor. exemplar. fidem emendati edidit H. C. A. Eichstädt. Lips. 1801. 8. — B. de Spinoza. Opera quae super sunt omnia etc. edit. H. E. G. Paulus. Vol. I. Jenae 1802. 8. — Fr. Baco de Verulamo. Opera omnia. Lips. 1694. fol. — Leibnitzii Opera omn. edid. Raspe 1775. — F. Kants metaphysische Anfangsgründe d. Naturwissenschaft. Riga 1787. 1788. 8. Frkf. u. Leipz. 1794.

— Dessen Kritik der reinen Vernunft. — J. G. Fichte Grundr. d. gesamt. Wissenschaftslehre etc. Jena 1795 — Tübingen 1802. 8. — F. W. J. Schellings sämtliche Schriften. — J. J. Wagner, von der Natur der Dinge. Leipz. 1803. — K. C. F. Krause: Anleit. zur Naturphilosopbie, Jena 1804. 8. — J, Fries, System der Philosophie als evidente Wissenschaft. Leipz. 1804. 8. — Dessen Neue Kritik der Vernunft. III. B. Heidelberg 1807. 8. — Plotinos, von der Natur, von der Betrachtung und von dem Einen, mit einer Einl. u. m. Anm. von F. Creuzer. B. I. in den Studien, von C. Daub und F. Creuzer. Heidelberg 1805. 8. S. 23. u. 103. Lehrb. d. Naturwissenschaft. I—III. H. von D. J. Weber. Landshut 1805. 8. Ueber Naturphilosophio von H. F. Link. Leipz. u. Rostock 1806. — F. Bouterweck: Anleit. z. Philos. d. Natur. Göttingen 1803. 8. — Ueber die Bildung der Weltseele im Timäos des Platon. von Böckh; in den a. Studien III. B. S. 1 — 98. — H. Steffens: Grundz. d. philos. Naturwissenschaft. Berlin 1806. 8. — Schellings Jahrbücher der Medicin äls Wissenschaft. I. II. B. Tübingen 1805. 1806. 8. — C. A. Eschenmayer: Einleit. in Natur und Geschichte. Erlangen 1806. 8. — G. E. A. Mehmel über das Verhältniſs der Philosophie zur Religion. Erlangen 1805. 8.

4) Das Wort Natur wird in verschiedenen Bedeutungen (bestimmt durch die jedesmalige Stelle seines Gebrauchs) genommen. Gewöhnlich setzt man es gleichbedeutend mit Körperwelt, oder überhaupt mit Welt, und in diesem Falle, involvirt die Untersuchung der Natur, diejenige des Geistes, welche als philosophische Anthropologie der Untersuchung des

Inbegriffs der Kräfte der Dinge vorangehen muſs. In den Ausdrücken: die Natur bringt hervor, bewirkt dieses oder jenes, wird es zu Bezeichnung der ewig schaffenden, alle Dinge aus sich selbst erzeugenden Urkraft der Welt, der ersten Grundursache der Erscheinungen in der Welt, und somit der Dinge selbst, angewendet; dieses war die Natura naturans der Scholastiker, von der sie obige Bezeichnungen durch Natura naturata unterschieden. Beide Begriffe sind in dem allgemeinen Ausdrucke: Welt oder Universum vereint. — Kant drückt sich darüber in seiner Critik d. V. S. 446 folgendermasen aus: „Natur, adjective (formaliter) genommen, bedeutet den Zusammenhang der Bestimmungen eines Dinges nach einem inneren Princip der Causalität. Dagegen versteht man unter Natur, substantive (materialiter), den Inbegriff der Erscheinungen, so fern diese, vermög eines innern Princips der Causalität, durchgängig zusammenhängen. Im ersteren Verstande spricht man von der Natur der flüssigen Materie, des Feuers u. s. w. und bedient sich dieses Wortes nur adjective; dagegen, wenn man von den Dingen der Natur redet; so hat man ein bestehendes Ganze in Gedanken.“ — Eben so vielfach ist die Bedeutung der Wörter widernatürlich (contra naturam), unnatürlich (praeter naturam) und wunderbar im Gegensatze von natürlich, so wie auch diejenige der Ausdrücke: künstlich und Kunst; lezterer im Gegensatze von Natur bezeichnet im Allgemeinen die durch den Menschen bewirkte (nicht von selbst, oder nicht im gewöhnlichen Gange der Erscheinungen erfolgende) Veränderung der Dinge zu gewissen Zwecken. — Ausser den zuvor angeführten Schriften vergl. man noch Rob. Boyle tr.

de ipsa natura, sive libera in receptam naturae notionem disquisitio, Genev. 1688. 4. u. in d. lat. Uebers. seiner Operum. ebendas.

§. 3.

Sofern wir das mit der umgebenden Natur gemein haben, daſs sie — wie wir selbst — unserem Ich als Gegenstand erscheint, werdeu wir darauf hingewiesen, eine gewisse Analogie des Wesens der Natur mit unserem persönlichen Verhältniſse anzuerkennen; die darin besteht, daſs wir die Naturthätigkeit, so wie die unseres Wesens, als Ausdruck des allem Körperlichen inwohnenden Geistigen betrachten; oder Daseyn und Thätigkeit, Körper und Geist, als Grundverhältnisse Eines Seyenden, ersteres durch lezteres bedingt, ansehen. Natur ist mithin unserm anschauenden Geiste die reale Bezeichnung der ewigen unendlichen Ideen der Gottheit, nnd alle Naturforschung besteht in dem Bestreben des menschlichen Geistes, das ihm Gleiche in allem Aeusseren zu schauen, das Maaſs (die Energie, das Moment) und die Art der endlichen Beschränkung des Naturgeistes zu ergründen, und dieses ursprüngliche, in der Regel bewuſstlos sich darstellende Verlangen, wird zunächst vermittelt durch die Sinne.

Bemerk. 1) Wir erkennen unsere Sinne als geistige Medien von Raum und Zeit; ein Verhältniſs, welches schon daraus erhellet, daſs jeder Sinnesgebrauch mit Vorstellungen verknüpft ist, die bei jedem einzelnen gesunden Sinne einen eigenthümlichen Character an sich tragen, worin alle Menschen übereinstimmen, denen die Möglichkeit des richtigen Gebrauchs der Sinne zu Theil wurde. Z. B. alle unterscheiden mittelst des Auges: Licht und Finsterniſs; mittelst der Gefühlorgane: Wärme und Kälte etc., ohnerachtet bei jedem einzelnen Individuum mehr oder minder bedeutende Modificationen der mit dem Gebrauch unmittelbar verknüpften Vorstellungen eintreten. Offenbar folgt hieraus, daſs durch unsere Sinnesorgane selbst erst die Prädicate der Dinge, so wie sie uns erscheinen, erzeugt werden, mithin in der Helle, Farbe, Wärme, Kälte etc. nicht die unmittelbare Fntfaltung des Wesens der Aussendinge gegeben sey. Eine unmittelbare Erkenntniſs dessen, was in den Erscheinungen Wahres ist, würde mithin nur hervorgehen, wenn unser Geist unbeschränkt die Welt zu schauen vermögte, ohne irgend ein geistiges Medium von Zeit und Raum zu bedürfen. Es fragt sich aber, ob auf dem Standpunkte organischer Entwickelung, den wir als Menschen behaupten, nicht schon eine Annäherung zu einer solchen geistigen Schauung des Daseyenden möglich ist, und ob hierin nicht gerade das Verhältniſs der Sinne zu unserem erkennenden Ich bestehe? Wir bejahen diese Frage, indem wir an das oben bemerkte Verhältniſs unseres Ich zur Welt folgendermasen erinnern: als höchste Vergleichungsstufe für die Aussenwelt, stellt der Menseh sich selbst auf. Was er sucht, forscht, ist das was seinem We-

sen entspricht; indem er die Natur erforscht, deutet er die Symbole seiner selbst, geistig geht er zur Natur, ihre Geistigkeit erspähend. Jedem seiner Sinne liegt nothwendig dasselbe Verhältniſs zum Grunde, alle sind Organe, wodurch der Geist zum Geiste spricht, mit deren Hülfe der menschliche Geist das Entfalten der geistigen Seite der Objecte, die plastische Darstellung der Seele in der Form gewahrt. Die Möglichkeit einer solchen Wahrnehmung muſs aber zunächst in den Objecten selbst dadurch vorbereitet seyn, daſs sie unter bestimmten Bedingungen (deren allgemeinste die Berührung ist) den Zustand körperlicher Beschränktheit relativ aufzugeben, und an den entgegengesetzten des geistigen freieren Daseyns überzugehen vermögen. In dem Mase, wie die geistige Entwickelung des Körperlichen vollendet ist, kann sie auch nur von uns mittelst der Sinne unmittelbar erkannt werden, und am vollkommensten geschieht dieses da, wo der Sinnenzustand mit dem seiner Aussenwelt in Rücksicht des geistigen Werthes gleich steht. Hier erkennt der Sinn klar das ihm Gleiche, keine Unterscheidbarkeit in der Aussenwelt trübt den Act; ein nur bei dem vollkommensten Sinne, bei dem Auge, möglicher Eall. Das erhellte durchsichtige luftartig Flüssige steht für das Auge auf einer solchen Stufe; bei allen übrigen Zuständen, bei dem Fest- nnd Tropfbar-durchsichtigen, bei dem Weissen, bei den Farben, ist jener Werth mehr oder weniger negirt, und in demselben Mase unterscheidet das Auge in ihnen, erkennt es mittelbar. Auf gleiche Weise, wie das Auge, den Zustand seiner geistigen Entwickelung, das Licht, in der Umgebung sucht, und es mittelbar in jenen untergeordneten Zuständen der Farbe

etc. mit Zuziehung der Verstandeskräfte, in beschränkter Form, negirt durch ein bestimmtes Mas von Körperlichkeit findet, so strebt das Gefühlorgan, den bestimmten Zustand seiner selbst, d. i. das bestimmte Mas der in Actu gesetzten Expansion, in der Umgebung zu erkennen. Sich selbst als Vergleichungsstufe hinstellend, findet es in der Wärme denselben Zustand (entweder entsprechend, oder übersteigend oder nicht erreichend) dargestellt, in der Kälte hingegen sich selbst gehemmt, durch in Actu gesetzte Contraction, und im Widerstande des Körperlichen (durch Tastung) das was sowohl Wärme als Kälte stets voraussetzen, den Träger beider: die jedem Gefühlsobjecte eigenthümliche Masse (Masse — und somit auch Wärme und Kälte — steht also dem Lichte gegenüber). — Auf ähnliche Weise ist im Geschmacks- und Geruchsorgane — deren Gegenstandsbedingung das Flüssige ist — die Fähigkeit entwickelt, nicht sowohl den quantitativen Unterschied der thätigen Expansion oder Contraction, als vielmehr den mannigfaltigen Ausdruck derjenigen Eigenthümlichkeit (Besondernheit) der M a s s e aufzufassen, den sie durch jedes Mas beendeter Expansion oder Contraction erhalten hat. Der dem Geschmack und Geruche sich darstellende qualitative Gegensatz mufs mithin als fixirter Zustand, und zwar als aus dem allgemeineren (dem Flüssigen) entwickelter, oder als durch dasselbe begründeter angesehen werden, entspricht aber auch zugleich demjenigen der Wärme und Kälte, in so fern dieses Zustände von gleicher Entgegensetzung, aber nicht des Gewordenen sondern des Werdenden sind. Es giebt aber kein blofs Gewordenes, keine absolute Gegenwart in der Natur; sondern alles Gewordene trägt

den Character des Werdens, alles Gegenwärtige seine Zukunft in sich. Unmittelbar wird dieses Verhältniſs des Werdens zum Gewordenseyn im Gehöre, durch die Phänomene des Schalls aufgefaſst. Deutlich unterscheiden wir hier im Nacheinander der Schallschwingung das Werden in den verschiedenen Verhältnissen zu sich selbst, und zugleich auf ähnliche Weise das Gewordene, und setzen mehr oder minder unbewuſst beide unmittelbar in Verhältniſs, indem wir sie einer höheren Gleichung fügen. Das, was diese Gleichung möglich macht, ist die in uns ausgeprägte, und mehr oder weniger dunkel vorschwebende Idee des Ganzen, des Schönen, wo das höchste von ihm Auszusprechende darin besteht, zu sagen, daſs es ist. — Ausser dem Gehör ist diese höhere Gleichung in keinem der Sinne so deutlich entwickelt, als im Gesichtssinne. Die speciellere Würdigung der hieher gehören den Erscheinungen wird späterhin vorkommen.

2) Fassen wir auf obige Weise das Wesen und den Zweck unserer Sinne auf, so folgt auch von selbst, daſs aller sinnlichen Wahrnehmung Wahrheit zum Grunde liege, und daſs der Verstand sich selbst täuscht, wenn er dem Satz unbedingt huldigt: nichts sinnlich Wahrnehmbare ist wahr; denn alles ist bloſs bedingt gesetzt. Buffon's u. a. Einwurf, daſs, um über die Aussenwelt zur Gewiſsheit zu gelangen, wir uns mit unserem subjectiven Bewuſstseyn in die Wesensphäre jeglichen Dinges müſsten versetzen können, hat nur für den einigen Scheingrund, der seinen eigenen Standpunct, sein Verhältniſs zu Gott und zur Natur nicht zu würdigen weiſs. Subjectiv wahr ist die Natur für jedes ihrer Glieder; aber es giebt eine Wahrheit, die über

subjective Gewifsheit erhaben ist, und der Masstab für diese ist, die Vergleichung des stufenweise, von Gliede zu Glied, entwickelten Erkenntnifsvermögens (des menschlichen mit eingeschlossen) mit dem, wenigstens von uns ahnungsfähigen göttlichen Erkennen. — Wenn das Insect den Dingen, vermöge der eigenthümlichen Beschaffenheit seiner Sinne und des Grades seines Vorstellungsvermögens, andere Prädicate beilegt, als der Mensch, so folgt nicht, dafs die unseren oder beide unrichtig sind, sondern nur, dafs jene Prädicate in der begrenzten Auffassuug von Seiten des Insects für dasselbe wahr sind, so wie die unseren für uns, auch nicht, dafs überhaupt allen Prädicaten der Dinge Realität mangele; sondern nur, dafs die Prädicate etwas Gesondertes an den Dingen, und gleichen Wahrheitswerth, als wie die Objecte überhaupt, somit als wie wir selbst haben. Für uns sind die Qualitäten, welche der Insectensinn giebt, nicht unwahr, sondern nur nicht in dem Mase das Wesen der Dinge auffassend, wie diejenigen, welche unser Sinn setzt, mithin nur unvollständig. — Uebrigens ist die lezte Bedingung des Gebrauchs der Sinne: Selbstgefühl nach und nach in — Wissen von sich selbst übergehend. — Vergl. Kastner: Ueber das Leben der Dinge, und über die Gestaltung des Universums; im II. B. der Studien herausgegeb. von Daub u. Creuzer.

3) Mittelbar können wir also zur Kenntnifs der Natur gelangen, die, wenn sie auch nie den Grad von Klarheit erreicht, der bei dem Erkennen des eigenen Geistes gegeben ist, doch eine Gewifsheit zuläfst, die das Verlangen des forschenden Geistes einerseits befriedigt, anderseits durch stets erneuete Enthüllung dasselbe fortwährend stärkt. Beurtheilt man

den Werth einer Wissenschaft nach der Mannigfaltigkeit von Beschäftigungen, die der Geist dadurch erhält, so erhält die Naturwissenschaft eine der ersten Stellen. Das Bedürfniſs, die Natur zu studiren ist das unschuldigste; der Genuſs, den seine Befriedigung gewährt, der reinste, und die Freude über neue Entdeckungen die lauterste, wenn der Forscher der Natur wahrhaft ergeben, nicht durch Eitelkeit, Sucht zu glänzen, und ähnliche niedere Verhältnisse des entartenden menschlichen Geistes, sondern durch kindliche Hingebung und männlichen Wissensdrang zu ihrem Tempel geleitet wird.

4) Ist aber die Naturforschung gleich einem Suchen dessen, was dem Wesen des Suchenden entspricht, strebt der Geist den Ausdruck seiner selbst in der Umgebung zu erspähen, so muſs vor allem in der Natur die Möglichkeit gegeben seyn, dem Geistesblicke des Menschen die eigene Geistigkeit zu entfalten; eine Möglichkeit, deren Verwirklichung wir im Allgemeinen mit L e b e n bezeichnen, welches wir demnach allen Sinnesgegenständen zugestehen. Um das L e b e n der gesammten Sinnesgegenstände zu beurtheilen, dient das eigene menschliche Leben zur Vergleichungsstufe; wir unterscheiden auf diese Weise das selbststandigere, individuellere o r g a n i s c h e Leben von dem bestandloseren, universelleren, a n o r g a n i s c h e n Leben, ohne jedoch eine s t r e n g e Grenzscheide nachweisen zu können. Zu ersterem zählen wir das der Thiere und Pflanzen, zu lezterem die Thätigkeitsverhältnisse und qualitativen Beziehungen der Luft, des Wassers, der Metalle und einiger Zwischenglieder; fassen wir aber die leztere Lebensweise in ihrer allgemeinen Beziehung zur Erde auf,

so finden wir auch hier die Elemente des organischen Lebens wieder, indem wir der Erde, so wie überhaupt den Weltkörpern, den Werth eines organischen Ganzen zugestehen müssen. Vermögten wir, die Erde mit ihren enthaltenden Thätigkeiten so zu umschauen, als wie wir dieses z. B. bei einem einzelnen Organismus im Stande sind, so würden wir nicht erst die Frage aufwerfen, ob wir den grossen Gliedern der Erde einen ähnlichen Werth in Beziehung auf ein grösseres organisches Ganze zugestehen müssen, den wir jedem denkbaren Theile kleiner Organismen einräumen, ohne nur irgend zu zweifeln. Zugleich ergeben sich aus solchen und ähnlichen allgemeinen Betrachtungen der Sinnesgegenstände einige Folgerungen, zu denen wir späterhin auf verschiedenen Wegen geführt werden, die für die Kenntnifs des Verhältnisses des forschenden Menschen von Wichtigkeit sind; nämlich, dafs in allen Weltgliedern die Möglichkeit gegeben ist, gegenseitig einzuwirken, dieser Einwirkung zufolge entsprechende Lebensveränderungen zu erleiden und hervorzurufen, und mithin den natürlichen Standpunct, den organischen oder anorganischen Character (nach Masgabe und Beschaffenheit der von aussen kommenden Aufforderung und der innerlich begründeten Fähigkeit zu folgen) zu wan deln. Die Processe einer solchen Umwandlung der bestimmten Substanz, sind entweder universell oder auf bestimmte Individuen bezogen; wir bezeichnen sie am passendsten durch den allgemeinen Ausdruck: Assimilation, wo wir wieder Assimilationsprocesse des Universums und des Individuums unterscheiden.

5) Gewöhnlich wird unter Leben nur das mit willkürlicher Bewegung verknüpfte, der Organismen,

verstanden, eiue Bezeichnung, auf die aber auch alle Anorganismen Anspruch machen können. Vergl. oben Alle Willkürlichkeit der Organismen ist nie eine absolute, steht, von höhern Gesichtspuncten aus betrachtet, unter Gesetzen, und ist von der anorganischen Thätigkeit nur durch geistigere Dignität in stufenweisen Steigerungen verschieden. Jede Lebensäusserung, jede Naturthätigkeit bezeichnet sich durch ein Bestreben des Einzelnen, seinen relativen Gegensatz zu suchen, und sich in der Einheit beider zu einem Ganzen zu organisiren. Art und Folge dieses Strebens sind unendlich mannichfach, für die Erde aber in bestimmten Abstufungen gehalten, die den Erdindividuen als Lebensgesetze vorschweben. Vergl. Dr. G. H. Schubert: Ahnungen einer allgemeinen Geschichte des Lebens. Leipzig I. u. II. Th. 1806. 1808. 8. — Dr. K. E. Schelling: Ueber das Leben und seine Erscheinung. Landshut 1806. 8. — Versuch über die organische Natur etc. Wien 1806. 8. — Dr. F. Baader: Beiträge zur Elementar-Physiologie. Hamburg 1797. 8. u. derselbe: über das pythagoräische Quadrat in der Natur, oder die vier Weltgegenden. 1798. 8.

§. 4.

Indem der Naturforscher auf diese Weise zur Natur geht, um ihre Geheimnisse zu ergründen, wird er bald inne werden, daſs sie überall gleiche Zwecke durch gleiche Mittel erreicht, und dieselben Producte durch dieselben Processe hervorbringt; wo-

raus für ihn, der den zureichenden Grund aller Erscheinungen aufsucht, und dieses Aufsuchen als Hauptzweck seines Forschens betrachtet, die stets zu beachtende Regel hervorgeht: bei den aus den Körperphänomenen abgeleiteten Folgerungen, die Natur überall auf gleiche Weise wirken zu lassen.

§. 6.

Die Fähigkeit des Menschen, über schon gegebene Gegenstände zu denken, oder zu reflectiren, begründet die Möglichkeit, bei Untersuchung der Natur jener Regel stets eingedenk zu seyn. Von der aufmerksamen Betrachtung der sinnlich bemerkbaren Erscheinungen in der Natur, d. i., von der Wahrnehmung geht der Naturforscher zur Beobachtung (Observatio) über, indem er das Beständige und Aehnliche der Erscheinungen, durch vielseitig wiederholte Wahrnehmungen, aushebt; und er gelangt auf diesem Wege zu Erfahrungen (Experientiae), indem er die Beobachtungen selbst wieder mit einander vergleicht. Je vollständiger hierbei die einzelnen Erscheinungen aufgefafst werden, um so mehr wird die gemachte Erfahrung auf Wahrheit Anspruch machen können; umgekehrt: je einseitiger die zum Grunde liegenden Erschei

nungen bemerkt waren, um so falscher wird die Erfahrung ausfallen. Die Erfahrungen künstlich zu vermehren und zu erweitern, erfordert Talent, Besonnenheit, Ruhe, Ausdauer und Uebung, und ist in der Regel durch solche Erscheinungen möglich, die der Mensch durch eigenmächtige Veränderungen der Natur zu Gunsten seiner Beobachtungen veranlaſst, und die man Versuche oder Experimente (Experimenta) zu nennen pflegt.

Bemerk. 1) Vergl. Bac. de Verulamio de interpretatione naturae; a. a. O. S. 264. — T. Bergmann in s. Opusc. phys.-chemic. V. I. in Introduct. — J. G. Zimmermann von der Erfahrung in der Arzneikunst I. II. Zürich 1764. 8. — F. Sennebier l'art d'observer. à Génève 1775. F. LII. übers. von F. Gmelin. Leipz. 1776. 8. — Carrard art d'observer. à Amsterdam 1777. 8. — Ueber die speculative Tendenz der Erfahrnen. Vom Prof. J. Ad. Schmidt in Wien, in Schellings Jahrb. d. Med. I. B. I. H. 91. etc. — Die Kunst, phys. Vers. anzustellen, von dem Herrn Abt Nollet. A. d. F. Leipz. I. II. III.

2) Zur Beihülfe unserer Sinne, und zur Anstellung der Versuche überhaupt, bedient man sich der Werkzeuge (Instrumenta) die man zusammen unter dem Namen des physischen Apparats (Supellex physica) begreift; der sich durch Einfachheit und Genauigkeit dem Versuchansteller empfehlen muſs.

3) Alles Aeussere, was der menschliche Geist durch die Sinne empfindet, unter bestimmten Formen anschaut, nennen wir Erscheinung, Phänomen

(Phaenomenon), und jede Empfindung der Art ist mit mehr oder weniger deutlichen Vorstellungen verknüpft (Vergl. §. 3.). Diesen den höchsten Grad der Deutlichkeit zu verschaffen, ist der Wunsch jedes Naturforschers, in sofern er die Naturerscheinungen zum Gegenstande seiner Untersuchungen macht, und er erreicht seine Absicht, wenn er, durch Vergleichung geleitet, die analogen Erscheinungen möglichst allseitig auffaſst, und nicht sowohl mit Hülfe des Witzes, als vielmehr des Scharfsinns, ihre gegenseitige Bedeutung zu durchschauen strebt.

4) Erfahrungen für sich aufgefaſst, ohne daraus Schlüsse auf die Natur des wahrgenommenen Gegenstandes abzuleiten, sind ohne Nutzen für die Wissenschaft. Der Naturforscher verbindet vielmehr die einzelnen Folgerungen, um bei einem Schlusse anzugelangen, der alle Umstände der Erscheinung in's gehörige Licht setzt, und auch bei möglichster Abänderung derselben mit keinem in Widerspruch steht. So wird es ihm möglich, aus der lezten Folgerung Regeln für die einzelnen Theile einer Erscheinung abzuleiten, und die Verbindung dieser Theile nachweisend die gesammte Erscheinnng zu erklären. Selten reichen aber diese Erklärungen der Naturphänomene zu den lezten vorhandenen Gründen, und, um auch hier das Bedürfniſs unseres Geistes zu befriedigen, nimmt man häufig nicht durch Erfahrung oder durch richtige Vernunftschlüsse erwiesene Ursachen als Erklärungsgründe auf. Eine solche Erklärungsart ist dann im Gegensatze der ersteren categorischen eine hypothetische, und nur dann kann eine Hypothese auf Brauchbarkeit Anspruch machen, wenn sie wenigstens einige wichtige Beobachtungen und Versuche

für sich hat, und ungezwungen zur Erläuterung mehrerer analoger Erscheinungen paſst. Sehr häufig führen die Hypothesen, indem sie der vorsichtige unpartheiische Beobachter einer Prüfung unterwirft, zu wichtigen Entdeckungen, und überhaupt ist ihr Gebrauch, bei kluger Auswahl, wenn gründlichere Erklärungen mangeln, mehr nützlich als schädlich. Vgl. G. C. Lichtenbergs Vorrede zur sechsten Auflage von Erxlebens Anfangsgründen der Naturlehre. Göttingen 1794. 8.

§. 6.

Die blosse Beobachtung der Naturerscheinungen führt in ihren Zusammenstellungen zur Naturbeschreibung (Physiographia) oder uneigentlich sogenannten Naturgeschichte. Die Zusammenstellung wird bewirkt, indem man die Begriffe einzelner Gegenstände unter höhere gemeinsamere bringt, und endlich zu einem umfassenden Begriffe leitet. So bildet man, durch Abstraction des mehreren Gegenständen Gemeinsamen die Begriffe der Arten (Species), durch Abstraction des mehreren Arten Gemeinschaftlichen die der Gattungen (Genera); und auf ähnliche Weise, die der Ordnungen (Ordines) deren Unterabtheilungen die Familien bilden, der Classen (Classes) und der Reiche (Regna). Die Gesetze der Reflexion schreiben hier den Gang vor; die Absonderung einzelner Merkmale, und die Vereinigung der mit diesen Merk-

malen versehenen Gegenstände zu Gattungen, und durch wiederholte Absonderung zu Ordnungen, Classen etc. liefern endlich ein Register der vorzüglichsten Beschaffenheiten dieser Gegenstände, welches um so vollständiger ist, je mehr die Merkmale das Ganze darstellen, und so in Erinnerung bringen, dafs sich von einem auf mehrere schliessen läfst. Hat eine solche Zusammenstellung einen hohen Grad von Vollständigkeit erreicht, so wird sie dadurch zum Systeme der einzelnen Gegenstände erhoben, welches um so weniger einseitig ist, je weiter man die Reduction richtig bezeichnender Merkmale geführt hat (je grösser die Zahl der einzelnen Merkmale ist, die sich dem Begriffe eines Merkmals unterordnen), und je mehr es sich der Idee des Ganzen nähert.

§. 7.

Verschieden von dieser Anordnung der Gegenstände und ihrer Begriffe, zur Erleichterung der Uebersicht, ist das Geschäft der eigentlichen Naturlehre (Physiologia), die in allgemeine und besondere zerfällt, und die Auffindung und Bestimmung der Naturgesetze (leges naturae), vergl. §. 2. Bem. 2., so wie die Nachweisung des zureichenden Grundes und des nothwendigen Zusammenhangs jeder Erscheinung,

oder die Erklärung der Naturerscheinungen (vergl. §. 5. Bem. 4.) zum Gegenstande hat.

Bemerk. 1) Das erstere Geschäft (§. 6.), anf wirkliche Naturindividuen angewendet, liefert die Naturbeschreibung oder sog. Naturgeschichte des Menschen, der Thiere, der Pflanzen und der Mineralien; das leztere die Naturlehre oder Physik, welche auf organische Körper angewendet gewöhnlich Physiologie genannt wird; beide die Naturbeschreibung und die Naturlehre sind Theile der Naturkunde (Physica) (vergl. §. 2. Bem. 2.).

2) Eine eigentliche Geschichte der Natur existirt nur in einzelnen Bruchstücken; hieher gehören die geologischen und geognostischen Untersuchungen, und einzelne Theile der Pflanzen- und Thierphysiologie; wiewohl es sich voraussehen läſst, daſs wenn es gelingt, die Geschichte ganz zum leitenden Principe der Naturuntersuchung zu machen, diese sowohl an allgemeinem Interesse zunehmen, als auch an innerem Gehalte und ächt wissenschaftlichem Werthe gewinnen muſs.

3) Die mit Hülfe des Verstandes aus den Begriffen gebildeten Urtheile nennt man Sätze; von denen diejenigen verschieden sind, deren Wahrheit unmittelbar einleuchtet, und die alles Denken des Verstandes begründend, als Grundsätze (Axiomata) von der Vernunft selbst abstammen. Die Nothwendigkeit der in ihnen enthaltenen Bestimmungen kann bis zur Gewiſsheit erwiesen, d. h. dem Werthe des persönlichen Bewuſstseyns gleich gestellt werden; während bei Sätzen und Lehrsätzen (Theoremata) deren mehrere nur aus der Erfahrung nachgewiesen werden, und

deren Gültigkeit durch Schlüsse (ratiocinia) bewiesen wird, nie jene unmittelbare Gewifsheit, sondern nur Wahrscheinlichkeit möglich ist.

§. 8.

Auf diesem Wege gelangt der Mensch nach und nach zur Einsicht der Natur; er sammelt die aufgefundenen Wahrheiten, und bildet daraus, von der seinem Wesen mehr oder minder bewufst inwohnenden Idee des Ganzen geleitet, ein wissenschaftlich zusammenhängendes Gebäude: eine Theorie der Natur und ihrer einzelnen Erscheinungen, welche seinem suchenden Geiste, bei fernerer Forschung zum Leitstern dient.

Bemerk. 1) Die menschliche Einsicht oder Anschauung ist entweder empirisch (Sinnesanschauung) intellectuel (z. B. reine Zeit, reiner Raum in der Mathematik) oder rationell (die Idee des göttlichen Seyns).

2) Die empirische Naturwissenschaft, in sofern sie als Erfahrungswissenschaft von der Idee des vorhandenen Ganzen geleitet, sich nur im Gebiete der Beobachtung nud des Experiments hält, fafst nur auf, was da ist und wirkt, was als reine Thatsache erscheint. Sie deutet daher das Besondere aus dem Allgemeineren, weiset auf den nächsten Grund der Erscheinungen hin, und macht diese dadurch zwar klarer, aber erklärt sie streng genommen nicht; wozu durchaus die Nachweisung des lezten Grundes, die Zurückführung auf das Wesen der Natur, und dessen

Erkenntniſs in jeder eigenthümlichen Erscheinung erfordert wird (vergl. §. 2. B. 2. am Schlusse). Alle auf blosse Thatsachen sich stützenden sog. Erklärungen der Natur sind daher zu allen Zeiten mehr oder weniger miſsglückt; und zwar, indem die Erklärenden entweder als Ursache der Erscheinungen, das was erklärt werden sollte zum Erklärungsgrunde wählten, oder indem sie eine ihnen bloſs eigenthümliche (subjective) Ansicht, eine blosse Hypothese als lezten Erkenntniſsgrund der Natur voraussetzten, und somit aus dem, was durch sich selbst bedingt ist, das Unbedingte, das wahre Wesen der Natur zu erkennen vermeinten (vergl. §. 2. B. 1. u. §. 5 B. 4.).

3) Der Mensch schreitet in seinen Forschungen mit der Zeit fort, umfaſst nach und nach das Einzelne; aber die unendliche Mannigfaltigkeit dieses Einzelnen läſst ein vollkommenes Umfassen, eine Totaleinsicht, nicht zu. Daher ist jede Theorie nur für ėine Zeit brauchbar, und jede neuere Entdeckung, auch selbst, wenn sie nur zu bestättigen scheint, was die Theorie aussagt, dient zur Verbesserung derselben. Eine niederschlagende Bemerkung, aus der Geschichte der Wissenschaft entnommen, aber nur für den Ungeweiheten; für den ächten Forscher eine um so grössere Aufmunterung, das grosse Ziel mit Muth und Ausdauer zu verfolgen.

II. ABSCHNITT.

ALLGEMEINE ANGABE DES GEGENSTANDES DER PHYSIK, IHRER GESCHICHTE UND LITERATUR.

Die Menge und Mannigfaltigkeit der Naturerscheinungen, und das unendliche Heer von Combinationen des ihnen zum Grunde liegenden Daseyenden, machte es schon seit den ersten Zeiten wissenschaftlicher Naturforschung nöthig, auf gewisse Abtheilungen und Vereinfachungen des Wissens von der Natur bedacht zu seyn, indem auch der vollkommenste menschliche Verstand des Einzelnen nicht hinreicht, weder die ganze Natur in allen ihren Entwickelungen und Thätigkeitsformen und nach allen Richtungen zu umfassen, noch viel weniger, auch bei der günstigsten Lage und der längsten Lebensdauer, das Wissen von ihr allumfassend zu erweitern. Daher machte man es zum Princip, in Rücksicht

der Vereinfachung, das Wissen in allgemeineres und specielleres zu trennen, indem man lezte Gleichungen des herauszuhebenden Aehnlichen anstellte, und durch Bemerkung des Unähnlichen das specielle Wissen angab; und aus demselben Grunde setzte man die §. 6 — 8 bereits erwähnten Abtheilungen der Naturkunde oder allgemeinen Naturwissenschaft (Physiologia, Philosophia naturalis) fest, welche zur noch bequemeren und vortheilhafteren Bearbeitung abermals in Unterabtheilungen gebracht wurden.

Bemerk. 1) Das Wissen von der Natur, von Allem, was objectiv ist, trennt die Schule zunächst in Körper und Geisterlehre; und den Versuch, die Möglichkeit der Natur aus Principien a priori zu erweisen, die Metaphysik, überläfst sie der Philosophie (vgl. §. 2. B, 2.). Die Geisterlehre (Psychologia), als Theil der Naturwissenschaft, zerfällt in empyrische und transcendentale Psychologie, und enthält das Wissen von dem denkenden, selbstthätig Daseyenden.

2) Gegenstand der Psychologie ist die menschliche Seele, als Träger der bewufsten Persönlichkeit, und als einzig vollkommen geistiges Erfahrungsobject unser selbst. Aber auch dieser Theil des menschlichen Forschens und Wissens bedarf der anderen Theile des Naturwissens, namentlich der Physiologie (vergl. §. 3. B. 4.), um für den denkenden Forscher gehörige Bedeutung zu erhalten.

§. 10.

Auf diese Weise theilte man auch die eigentliche Naturlehre (vergl. §. 7.) in Physik und

Chemie, ohne jedoch beider Grenzen genau bestimmen zu können. Begreift man unter Physik, im engsten Sinne, nur das Wissen derjenigen Veränderungen und Erfolge, die aus dem Aufeinanderwirken der Dinge hervorgehen, und überläſst der Chemie (Mischungskunde) die Untersuchung der Veränderungen und Erfolge bei wirklicher Ineinanderwirkung; so wird man gezwungen, Erscheinungen in ihrem Fortgange zu unterbrechen, die durch die Untersuchung dieses Fortganges erst aufgeklärt werden; oder wird umgekehrt genöthigt, bei zu untersuchenden Phänomenen, den eigentlichen Anfang zu übergehen, nnd in der Mitte oder gegen das Ende der Thätigkeitsäusserungen zu beginnen; mithin in beiden Fällen unverständlich. Besser gewählt scheint diejenige Begriffsbestimmung der eigentlichen Physik und Chemie zu seyn, welche das allgemeinste Naturphänomen: die Anziehung des Körperlichen aushebt, und nun der Physik die Betrachtung der Anziehungen in meſsbaren Fernen, der Chemie die Untersuchung der Anziehungen in unmeſsbaren Fernen zuweiset. Freilich sind auch diese Bestimmungen nur relativ, und nur in so fern als wissenschaftlicher Theilungsgrund beider Doctrinen zu gestatten, als wie der Vortrag eine Trennung der Naturlehre in einzelne Theile heischt. Für den, der auf dem Wege der Selbst-

forschung die Wissenschaft zu pflegen strebt, existiret diese Trennung nur in so weit, als wie sein eigenes Talent ihn für die Förderung des einen oder andern Theils geschickter macht; die Resultate seiner Untersuchung wird er, als ächter Naturforscher stets denjenigen der übrigen Theile anzuknüpfen sich bemühen.

Bemerk. 1) Als Anziehungen in meſsbaren Fernen werden wir in der Folge z. B. die Erscheinungen des Magnetismus, der Electricität und der Schwere kennen lernen; zugleich aber auch nachweisen, daſs vorzüglich die electrischen ohne Kenntniſs der chemischen Anziehungen unverständlich werden; so wie bei chemischen Anziehungen durchaus die Würdigung aller in bestimmten Fernen darstellbaren vorausgehen muſs. Gleich unverständlich sind die Untersuchungen der Adhäsion (Anhaftung oder Anziehung der Flächen) der Cohäsion (Zusammenhaltung) Crystallisation u. s. f., wenn sie nicht von der Kenntniſs des Magnetismus und der chemischen Mischungskräfte begleitet werden.

2) Sowohl die Physik als wie die Chemie (und Physiologie) ist stets mit mehr oder weniger Naturbeschreibung durchwebt, weil es unmöglich ist, den Erfolg einer Thätigkeitsäusserung und diese selbst darzustellen und für andere anschaulich zu machen, wenn nicht die in Thätigkeit begriffenen Glieder vor, während und nach der Thätigkeitsäusserung genau beschrieben werden. Dieses innige und stete Ineinandergreifen aller Theile der Naturkunde dient zum wirksamsten Mittel: einseitigen Ansichten und Folgerun-

gen, die aus zu streng gehaltener Trennung der Theile entspringen, einen Damm entgegen zu setzen.

§. 11.

Die Lebensbedürfnisse der Menschen haben schon frühe zu Kenntnissen von der Natur geleitet, aber wie mannigfach und zahlreich auch die Phaenomene waren, zu deren Kenntniſs man auf diesem unwissenschaftlichen Wege gelangte, so würden sie doch für uns fast bedeutungslos gewesen seyn, wenn sich nicht schon in ferner Vorzeit Männer der ächten Naturforschung gewidmet hätten, welche die Mühe des Sammelns der zerstreuten einzelnen Beobachtungen nicht scheuend, mit hellem Geistesblicke ihrem innern Wissensdrange Genüge zu leisten strebten, und des erhabenen Berufes, nach Wahrheit zu forschen sich bewuſst, so jene höhere Kenntniſs der Natur entkeimen liessen, die aus dem Oriente abstammend, späterhin, vorzüglich in den lezten Jahrhunderten von tüchtigen Forschern des Abendlandes gepflegt, jetzt Knospen treibt, deren Fülle einer Zukunft entgegen sieht, wo zum Gemeingut aller Nationen erhoben, herrlich und schön erblühen wird, was Jahrtausende zu entwickeln strebten.

Bemerk. 1) So wie bei Erfahrungswissenschaften an keine Anordnung zu denken ist, die derjenigen in der Mathematik gleich käme, und nur das Streben

nach dem in der Mathematik vorgehaltenen Ideale, das Höchste ist, was der Systematiker hier vermag; eben so wenig ist auch eine räsonnirende (pragmatische) Geschichte, weder der Chemie noch der Physik, noch überhaupt der Natnrwissenschaft als Erfahrungswissenschaft möglich. Während in der Mathematik die Erfindungen, der Geschichte gemäſs, aus einander entwickelt werden können, und sich um zwei Hauptmomente, um die (ältere) Geschichte der geraden, und um die (neuere) der krummen Linie bewegen; während dessen erblickt man, die Geschichte der Naturkunde verfolgend, sehr häufig zufällige, zu ihrer Zeit sonst beziehungslose und deshalb oft viele Jahre hindurch übersehene Entdeckungen, neben einigen wenigen, auf wissenschaftlichem Wege gewonnenen. Aus den heterogensten Quellen, in den vielartigsten Richtungen, werden die Entdeckungen der früheren Zeit dem achtzehnten Jahrhunderte dargeboten, und erst hier beginnt durch allgemeines Einverständniſs ein wissenschaftlicherer Pfad sich zu öffnen.

2) Nichts destoweniger finden wir indeſs Spuren einer sehr alten Naturweisheit, welche jene Meinung in Schutz zu nehmen scheinen: daſs zur Zeit, als der Mensch aufhörte, ganz mit der Natur im Einklange ihr vollkommen hingegeben, und sich ihrer als Organ eines höhern Ganzen bewuſst zu leben, zur Zeit beginnender Reflexion, gleichsam als Erinnerung noch Naturkenntnisse (späterhin in den Mysterien, besonders der Aegyptier aufbewahrt) vorhanden waren, die eine Zeit hindurch vergraben von der späteren Nachwelt, mehr oder weniger durch Bedürfniſs und Zufall unterstützt, wieder hervorgesucht wurden. — So

wie die Musik die älteste unter den Künsten ist, so wird man auch genöthigt, die Astronomie (Sternkunde) als die älteste Wissenschaft anzuerkennen. Denn wenn auch (in einem sehr alten indischen Gedichte) Spuren botanischer Kenntnisse vorkommen, wenn die Kenntnifs einzelner Steine und Metalle sich in's graue Alterthum verliert, und wenn auch schon sehr frühe merkwürdige Ansichten über das Feuer, den Aether, das Licht u. s. w. (in Bhogovotgita) vorhanden sind; ja, wenn selbst einer der erst in neuesten Zeiten wissenschaftlich bearbeiteten Theile der Naturkunde, die Geognosie in einigen nordischen Sagen (unter andern eine die sich in der Isländischen Edda findet) ein hohes Alter verräth; so bietet doch die Astronomie die deutlichsten Belege ihres frühesten Entstehens dar; um so mehr, da jene Belege in einer Vollkommenheit angetroffen werden, welche auf eine Anfangszeit schliessen läfst, die sich in den fernsten Momenten der Geschichte des Menschengeschlechts verliert. Dahin gehören einige Data aus der Geschichte vorzüglich asiatischer Völker; z. B. die Geschichte von China nennt einen König Hoangti (der im fünften Jahrtausende vor unserer Zeit gelebt haben soll) und seinen Minister Yuchi als berühmte Astronomen, von denen der leztere den Polarstern bestimmt, und die Sphäre erfunden haben soll. Eben so wird der seiner astronomischen Kenntnisse wegen vom Volke auf den Thron erhobene, einige Jahrhunderte später gelebte König Chueni als Urheber der ersten den Chinesen bekannten astronomischen Tafeln genannt. Dahin verdienen ferner (naeh Bailly) die indische Beobachtung der Schiefe der Eclyptik und der dazu gehörigen Tageslängen; die alte Annahme der Monds-

gebirge, die Kenntniſs der Milchstraſse als Sternenaggregat, die Kenntniſs der Umlaufszeit der Weltkörper, ihre Perioden, ihre wahre Gestalt, und die ältesten astronomischen Beobachtungen des Berosius (fast 5000 Jahre vor unserer Zeit) gezählt zu werden. Der jüdische Geschichtschreiber Josephus behauptet von den Patriarchen den Besitz ähnlicher hoher Kenntnisse der Natur, besonders in der Astronomie, wovon bei den späteren Juden keine Spur angetroffen wird. Die tibetanischen Astronomen kannten die vier Jupiterstrabanten aus alter Ueberlieferung, und staunten, als sie späterhin durch Europäer in den Stand gesetzt wurden, jene Trabanten mit dem Telescope wirklich zu sehen. Es wäre leicht, die Zahl ähnlicher Belege zu vermehren; mögen diese einstweilen nur zur Bestätigung obiger Meinung dienen; alle deuten wohl auf jene tiefe Vergangenheit, wo Naturforschung und besonders Astronomie, zur Hauptangelegenheit der Herscher erhoben, nicht, wie jetzt, Einzelne beschäftigte, sondern vielmehr der Sorgfalt des ganzen Volkes Preis gegeben war. Das Antike verschwand aber überhaupt nach und nach, und machte dem Modernen Platz. Das alte Verhältniſs zwischen Herrscher und Sclave wurde in der Strenge seines Gegensatzes gemindert; die Macht des eigenen Willens in allen Gliedern der Menschheit mehr und mehr entwickelt, nnd der Willkür jedes Einzelnen überlassen, was sonst gemeinschaftliches Streben war. Das frühere Wissen von der Natur geht nach und nach durch Erdichtungen und Irrthümer Einzelner verloren, um auf einem, dem früheren ganz entgegengesetzten Wege, in der neueren Zeit des Handels und der Gewerbe, wieder zu Tage gefördert zu werden. Sonst lebte

Kunst und Naturweisheit im innigsten Bunde, jetzt sind beide getrennt, und die Naturforscher verkehrte Künstler: das Einzelne im fernsten Detaille verfolgend, um späterhin zum Ganzen zu gelangen. Die neueste Zeit endlich versucht es, auf der ihr eigenthümlichen Weise, die Wiedergeburt der alten Vergangenheit in dieser Hinsicht wieder zu erwecken; und die Mächtigen und Grossen der Erde verschmähen es nicht, ihren Willen und ihre Kraft dieser schönen Zukunft zum Opfer zu bringen.

3) Die Geschichte der eigentlichen Physik zerfällt ohngefähr in folgende Hauptmomente: Thales von Milet, eingeweiht in die Mysterien der Aegyptier, brachte nach Griechenland jene tieferen Kenntnisse der Natur, von denen unter andern seine philosophische Ansicht der Gesammtverhältnisse aller Naturerscheinungen zeugt; der zu Folge er die körperliche Einheit der Dinge durch das Wasser repräsentirt, und alle Verschiedenheit in der Natur als aus einem Einfachen entwickelt darstellt. Indessen waren Griechenlands Forscher jener Zeit nicht geeignet, jene Ueberlieferungen in ihrer Reinheit zu erhalten; ihre eigenen subjectiven Vorstellungen jenen Forschungsresultaten einbildend, wurden diese getrübt und bald unkenntlich. Schon die Schüler und Nachfolger des Thales (der ohngefähr im J. d. W. 3402 lebte) unter andern Araximenes, dichteten die Natur nach ihrer Weise. Die Erde hielt A. für eine platte Scheibe, und das Gewölbe des Himmels für eine undurchdringliche Feste. Während bei andern Völkern die Kenntniſs der Umlaufszeit der Weltkörper, die der Perioden etc. als längst bekannt erschienen, müheten sich die Griechen Jahrhunderte hindurch vergeblich ab,

nur die eigentliche Dauer des Jahres auszufinden, ohnerachtet man so wenig bei diesen Griechen, als bei jenen Völkern (Indier, Aegyptier, Perser, Chaldäer u. s. w.) Mangel und wachsendes Bedürfniſs als einzige erste Lehrerinnen, als nothwendigen Grund zunehmender Kenntniſs (wie man dieses gewöhnlich vermeint) anzunehmen berechtigt ist. Aus ähnlichen Weisheitsschulen, wie die, woraus Thales schöpfte, zurückkehrend, versuchte es Pythagoras (3475) nochmals, die höchsten Beziehungen und die gegenseitige Bedeutung des Raumerfüllenden auszusprechen; aber übertriebene Erklärungssucht und eingebildete Speculation, verunstalten auch hier in den Händen seiner Schüler das von dem Meister errichtete Lehrgebäude. Ihm folgt Demokrit (3500), Platon (3638), dessen erhabene Philosophie auf die wissenschaftliche Kenntniſs der Natur zunächst geringen Einfluſs hat; Aristoteles (3664) der die Grundverhältnisse der Körper (nach früheren, vielleicht sohon vorhellenischen Ueherlieferungen) gleich wie Empedocles und Xenophanes, in seinen sogenannten vier Elementen, anzudeuten sich bemühete; Cleostratus, dem die Einführung des neunzehnjährigen Mondcyclus zugeschrieben wird, Epikur (3900) und die Stiftung der Schule zu Alexandrien, wo Astronomie, vorzüglich aber Mathematik bedeutend vervollkommnet werden. Beweise stellen die hinterlassenen Werke eines Euklides (300 J. vor C. G.), Hipparchus (160 v. C. G.), Ptolomäus im 2. J. nach C. G.). Vorzügliche Verdienste erwirbt sich um die Mathematik und mathematische Physik Archimedes (250 J. v. C. G.). So wie die Römer überhaupt die von den Griechen erhaltenen Wissenschaften wenig oder gar nicht tiefer

begründen und nur sehr mässig erweitern, so werden auch die Naturwissenschaften, und namentlich die Physik, nur unbedeutend vervollkommnet. Die vorzüglichsten hierher gehörenden Forscher sind: Titus Lucretius Carus (im J. d. W. 3931.), Lucius Annaeus Seneca (im J. 65 nach C. G.) und Cajus Plinius Secundus (im J. 79 nach C. G.), Mit dem Verfalle des römischen Reichs geht auch nach und nach die wissenschaftliche Naturforschung unter, und die kabbalistische und gnostische Philosophie, so wie zum Theil die der Neuplatoniker befördern den Sturz derselben. Nur bei den Arabern erhalten sich noch mathematische und astronomische Kenntnisse, die mit chemisahen Untersuchungen vereint, vom 9. Jahrhunderte nach C. G. an, einer erneueten Bearbeitung entgegen sehen. Schon früher entkeimte hin und wieder bei wachsendem Bedürfnisse der Wunsch, das Gold zu erzeugen; gepflegt von dem Bestreben, dem menschlichen Körper eine grössere Dauer (durch Kenntniſs der Bestandtheile des Goldes) stete Jugend und Schönheit zu verschaffen, reifen die jenem Wunsche gemäſs entstandenen Versuche, durch irrige Speculation nach und nach zu einer Art von Wissenschaft, die im vierten Jahrhunderte von den Neuplatonikern, unter der Benennung: Alchemie aufgeführt wird. Man glaubt an Verwandlung der Metalle, vermeint die unedleren durch Zeitigung in edlere zu verändern, vernachlässigt fast ganz die übrigen Zweige der Naturkunde, und läſst endlich eine Bearbeitung derselben hervorgehen, die (keine Aufopferung scheuend, um das Gedachte so versteckt scheinende Ziel zu erringen) dem Ganzen einen verworrenen mystisch-dunkelen Character ertheilt. Den Arabern wird die

Neigung zu alchemistischen Versuchen von den späteren Griechen übertragen, und hier durch Theosophie, durch Vorliebe für das Wunderbare, Unbegreifliche, und durch lebhafte Phantasie, nach allen Richtungen und auf die heterogenste Weise gepflegt. Im 10ten Jahrhunderte erreicht diese Periode ihren höchsten Standpunct, und nun fängt man an, die alchemistischen Beobachtungen bei Arzneibereitungen zu benutzen. — Ohnerachtet durch den Einfall der nordischen kriegerischen Völker in's römische Reich, im 5ten Jahrhunderte nach C. G., die ohnedies nicht gediegene Naturwissenschaft ausserordentlich leidet, und bis zum 14 und 15ten Jahrhunderte fast alle Forschung unter bleiernem Drucke seufzt: so gehen doch einzelne Erfindungen hervor, die sehr bald von Wichtigkeit werdend, mit dazu dienen, die Beobachtung und Experimentaluntersuchung znm leitenden Princip zu erheben. Hieher gehöret die Erfindung des Compasses, der Brillen, des Schiefspulvers, und bequemer chemischen Apparate. So viel auch dieser neue sich vorbereitende Gang des Forschers durch die spitzfündigen scheinbar philosophischen Untersuchungen der Scholastiker (Schulweisen) gehemmt wird, so müssen diese endlich, nachdem sie den menschlichen Verstand von dem Spielen des Witzes mit ernsten Gegenständen zur scharfsinnigen Verfolgung derselben geleitet haben, selbst dazu dienen, die glücklichere Periode der Physik vorzubereiten. Auch selbst die alchemistischen Versuche trugen hiezu bei, sowohl durch die Menge neuer Erscheinungen, welche sie dem Beobachter darboten, als auch durch die Folgerungen zu denen sie, in Verbindung mit andern Phänomenen, einzelne Forscher leiteten. Hieher ge-

hören die Ansichten der älteren Chemiker und der Alchemisten über Licht, Feuer, Wärme, Anziehung u. s. w.; ferner die Annahme besonderer Elemente, die als Bilder ganzer Reihen von Thätigkeitsformen und gegenseitigen Körperverhältnissen angesehen werden können, und worin sich öfters mehr Sinn und umfassender Tiefblick findet, ala in manchen neueren Spielen des Witzes mit Grundkräften der Materie, oder mit entgegengesetzten Principien, Polaritäten u. s. w., wiewohl auch jene Bilder für die jetzige Stufe der Physik und der Naturkunde überhaupt, den Stempel der Beschränktheit tragen. — Endlich, nachdem sich der menschliche Geist im Kreise leerer Spitzfündigkeiten lange genug herumgedreht, nachdem der nordische Barbar in unwissender Verehrung und Nachäffung des Aristoteles, vergeblich gestrebt: Griechenlands hohe Poesien und den kühnen Flug seiner Philosopheme zu erreichen, und so aus Mangel an Feinheit des Sinnes in trokne Grübeleien versunken ist; endlich erringt der forschende Geist die neuere wissenschaftliche Methode der reinen Beobachtung und des strenge verfolgten Fxperiments; eine Methode, deren Einfluſs nicht bloſs die Wissenschaft, sondern in bedeutenden Veränderungen den Handel, die Gewerbe und fast alle bisherigen bürgerlichen Verhältnisse der Menschen neu gestaltend trifft. Vollkommen verschieden von dem des Alterthums, fast entgegengesetzt, wird jetzt die Richtung, welche der Gang der Cultur nimmt. Die Erfindung des Schieſspulvers setzt für immer die Grenzscheide alter und neuer Zeit. und aus den politischen Umwälzungen, welche jene Erfindung zur Folge hat, erwächst dem bürgerlichen Leben und der Schule nach und nach eine neue

Form.— Nicolaus Copernicus (geb. 1472. starb 1543), durch das Studium der Alten vorbereitet, eröffnet die Bahn, und gleichzeitig, wie in Deutschland die neue Methode der Wissenschaft sich gültig zu machen strebt, erblüht in Italien unter Raphaels Lehrer und seinen Zeitgenossen die neue Kunst. Copernicus zeigt das Unhaltbare der ältern Weltordnung, und stellt das noch gegenwärtig als wahr anerkannte Sonnensystem an deren Statt, indem er die Axendrehung der Erde und der übrigen Weltkörper des Sonnensystems erweist. Gegen ihn sucht späterhin Tycho de Brahe (gebor. 1546. st. 1601.) die ältere Ptolomäische Weltordnung in Schutz zu nehmen, wiewohl ohne Erfolg. Die Experime ntaluntersuchung mit Nachdruck empfehlend und das Unhaltbare der Schulweisheit (scholastischen Philosophie) zeigend, ermunterte Franz Bacon von Verulam (geb. 1560. st. 1626) seine Zeisgenossen mit dem glücklichsten Erfolge. Man fängt an, der altgriechischen Philosophie wieder mehr Geschmack abzugewinnen, und gegen Ende des 16ten Jahrhunderts häufen sich nach und nach die lichteren Stralen wissenschaftlicher Forschung, und setzen so die kommende Zeit in den Stand, mit Geist und ächtem Eifer das wieder beginnende Werk fortzuführen. Aureol. Philipp. Paracelsus von Hohenheim (geb. 1493. st. 1541), ein genialer Kopf, ganz im Character seiner Zeit auftretend, giebt der Chemie (durch Einführung chemischer Arzneimittel) und somit auch der Physik ein vielseitigeres Interesse und einen folgereichen Schwung. Chemie und Physik werden jetzt allgemeiner cultivirt, und von mehreren Seiten stehen kraftvolle, tiefblickende Männer auf, voll Enthusiasmus für die Wissenschaft, und mit glühendem Eifer

für ihre wahre Begründung und Erweiterung erfüllt. Fast jeder verfolgt seinen Weg auf eine originelle Weise, und strebt, seine Ansicht und die Resultate seines Forschens gültig zu machen; es bedarf hiezu der Entscheidung eines ungezweifelten Richters, und es werfen sich, von BACON gepredigt, die Beobachtung und das Experiment zum leitenden Principe auf. Zwei Männer von hoher Genialität und von gediegenem Wahrheitseifer beseelt treten zunächst in die Schranken, und den Preis den sie erringen, hat bis auf unsere Zeiten die Nachwelt nur bestätigt. GALLILEO GALLILEI (geb. 1564. st. 1641.) in Italien, und der gröſste Naturforscher seiner Zeit, der glücklichste Seher JOH. KEPLER (geb. 1571. st. 1630.), ein Deutscher, zeigen auf eine überraschende Weise, zu welchen Resultaten die neue Methode führt. Ihnen folgend verdienen PETER GASSENDI (geb. 1592. st. 1655.), WILLEBRORD SNELLIUS (geb. 1591. st. 1626.), RENAT. DES CARTES (geb. 1596. st. 1650), EVANGELISTA TORRICELLI (geb. 1618. st. 1647.), OTTO VON GUERIKE (geb. 1602. st. 1686.), ROB. BOYLE (geb. 1626. st. 1691.), JOH. CHR. STURM (gee. 1635. st. 1703.), J. MAYOV, J. HOLLAND, GLAUBER, KUNKEL VON LÖWENSTERN, LEMERY, JUNGKEN, BECHER, W. HOMBERG, GOTFR. WILH. LEIBNITZ (geb. 1646. st. 1716.) und ISAAC NEWTON (geb. 1642. st. 1727.) genannt zu werden. — Schon in früher Jugend versuchte es NEWTONS seltenes mathematisches Talent, das, was KEPLERS Genie zur weiteren Ausarbeitung der Nachwelt überliefert hatte, mit eisernem Fleiſse und achtungswerther Gründlichkeit durchzuführen. Aber noch sind in KEPLERS Gebäude Seiten vorhanden, deren Bearbeitung der Zukunft Preis gegeben ist. — Für den chemischen Theil der Physik

macht nun besonders Ernst Stahl, durch den Versuch eines Systems der chemischen Erscheinungen Epoche. Bemerkenswerth sind in dieser Periode die Bemühungen eines Geoffroy, Reaumur, Baumé, Sage, Lewis, Scopoli, Landriani, Lowitz, Wiegleb, Marggraf, J. F. Meyer, J. C. P. Erxleben, Wenzel, Boerhave, Macquer, Laz. Splanzani, und vorzüglich Jos. Priestley, Torbern Bergmann, Carl Wilh. Scheele und Lichtenberg. — Bergmanns Bemühungen, die Erscheinungen der chemischen Anziehung auf bestimmte Gesetze zu reduciren; Priestley's und Scheele's zahlreiche Entdeckungen, und Lichtenbergs scharfsinnige Beurtheilungen gewähren der wissenschaftlichen Gestaltung der Physik entschiedene Vortheile. Die Untersuchung der Luftarten, worin sich Priestley hauptsächlich bleibende Verdienste erwirbt, eröffnet den Arbeiten der Chemisten ein ganz neues Feld, und dient (als pneuvmatische Chemie) sehr bald dazu, für die gesammte Naturkunde eine neue Metamorphose herbeizuführen. L. Lavoisier, das Verhältniſs des brennenbefördernden und athembaren Theils der atmosphärisc he Luft gegen alle brennungsfähigen Substanzen bestimmend, zeigt die Nichtigkeit des Grundes, worauf Stahl sein System und seine Theorie der Verbrennnng stützt, und versucht es in einer neuen Theorie, die auf genaue Versuche gebaut ist, der Chemie ein neues, (das sogenannte antiphlogistische) System zu geben. Genauigkeit in Rücksicht des Gewichts und in Bestimmung der Qualitäten, wird jetzt zum ersten Grundsatz aller Experimental-Untersuchung erhoben, und zieht bald die glücklichsten Folgen nach sich. Schon früher waren durch die Bemühungen eines William

Gilbert (gegen das Ende des 16ten Jahrhunderts), Aepinus, Boyle, Newton, du Fay, Nollet, Watson, Wilson, Benj. Franklin, Wilke, R. Symmer, Priestley, Bergmann, Brugmann, Kleist, Kratzerstein, Karsten, Cuthberson, Adams, Canton, Bohnenberger, Cavallo, van Marum, Saussure, Cavendish, Miller, Beccaria, W. Henley, Achard, Ingenhousz, a Bennet, Coulomb, Richmann, de Luc, Winterl, Lichtenberg, Volta u. v. a. die magnetischen und electrischen Erscheinungen vielfach untersucht worden, und eben schien man bei dem Resultate ankommen zu wollen, dafs die chemischen Phänomene mit den genannten in bedeutendem Rapport stehen, als diese Vermuthung durch eine der glänzendsten Entdeckungen des achtzehnten Jahrhunderts, durch den Galvanismus, zur Bestätigung gelangte; der von A. Galvani eröffnet, nach Erfindung der galv. Säule durch Volta, von allen Seiten Bearbeiter und Verehrer erhielt, und endlich durch Voltas, Pfaffs, Ermanns, Ritters, v. Humbolds und Davy's Versuche ganz bestimmt zu jenem Resultate sowohl, als wie zu den bedeutendsten Aufschlüssen in den Erscheinungen des allgemeinen Lebens der Erde und der Organismen führte. Den Bemühungen Lavoisiers schlossen sich bald die der meisten übrigen Chemiker an, von denen wir hier nur Guiton Morveau, Fourcroy, Vauquelin, Chaptal, van Mons, Pelletier, Chenevix, Henry, Howard, Bondt, Deimann, v. Hauch, A. N. Scherer, Brugnatelli, Crawford, R. Kirwan, B. Gr. v. Rumford, Biot, Thenard, Gay-Lusac, und C. L. Berthollet, der Bergmanns Ansicht der chem. Verwandschaft scharfsinnig

berichtigte nennen, mit Ausschluſs noch lebender deutschen Chemiker. Noch von einer andern Seite her wird die Verbindung der Physik und Chemie inniger geknüpft, indem Biot durch trefliche Beobachtungen an das schon von Newton und Euler geahnete Verhältniſs der Brennbarkeit der Körper zur Brechungsfähigkeit durch's Licht, und Ritter an die chemische Bedeutung der Farben im prismatischen Farbenbilde erinnert. Auch die Phänomene der Crystallisation, welche früher Romé de Lisle und Haüy genauer zu bestimmen suchten, erhalten durch deutsche Physiker eine ähnliche Aufstellung, indem man ihr Verhältniſs zu andern allgemeinen Phänomenen, z. B. zu den magnetischen nachzuweisen beginnt. Aehnliche Versuche, die sonst isolirt geschienenen Phänomene mit andern in Beziehung zu setzen, um dadurch beide gegenseitig mehr zu erläutern, werden jetzt zur Tagesordnung; freilich häufiger zu Gunsten einer Hypothese (blossen Analogien folgend), als aus rücksichtlosem Eifer für die Wahrheit. Als Beispiele berühren wir hier nur, die früher von Muschenbroek und Guiton Morveau untersuchten Phänomene der Adhäsion und Cohäsion; ferner diejenigen der Fluidität überhaupt; der Wärme, wo Black, Crawford, Irwin, Rumford, Meyer u. a. m. sich bleibende Verdienste erwerben; des Lichtes, deren mathematischer Theil durch Euler, Klügel und Langsdorff fast erschöpfend bearbeitet wurde; der Elasticität und der Schwere. — Der mathematische Theil der Physik überhaupt erfreuet sich seit Newton einer vorzüglichen Pflege, und ausser der Astronomie ziehen die Lehren von der Bewegung fester und flüssiger Körper, durch die Bemühungen eines Euler, Joh und

Dan. Bernouilli, d'Alembert, Tob. Meyer, Kästner, Hindenburg, Segner, Arbogast, Karsten, Lagrange, Laplace und einige noch lebende deutsche Mathematiker, daraus vorzüglichen Nutzen. Jeder einzelne Theil der Physik eilt unaufhaltsam seiner Erweiterung und tieferen Begründung entgegen, und oft wider den Willen seines Bearbeiters wird er den übrigen Theilen inniger verbündet, als wie es die kühnste Vermuthung anzugeben vermochte; und hierdurch vorzüglich wird jene Einseitigkeit gehemmt, welche, wie wir in der Folge zu zeigen Gelegenheit haben werden, durch einzelne Bearbeiter der Physik herbeigeführt, sich öfters des Ganzen zu bemächtigen schien, indem sie, die schärfste Isolation der einzelnen Phänomene zum Ziele habend, der Einheit des Ganzen, wiewohl ohne glänzenden Frfolg Hohn sprach. — Nach und nach wird es den jetzigen Naturforschern klarer, daſs jedes Weltindividuum, jede Naturerscheinung in den übrigen ihre Bedeutung, ihren gegenseitigen Aufschluſs findet; daſs jede Bewegungsweise einer anderen in der Natur entspricht, die von dem Scharfsinne des Forschers aufgesucht werden muſs, und daſs, vorzüglich bei einzelnen Gliedern eines mehr oder minder relativ bestehenden Ganzen, jene Bedeutung sehr hervorstechend entwickelt ist. Man strebt, die zahlreichen anscheinend auch noch so heterogenen Phänomene zu umfassen, indem man sich bemüht, solche allgemein gültige Gesetze zu entdecken, dic jeder Erscheinung im Raume und jedem Wechsel in der Zeit vorschweben. Unvermerkt strebt jeder ächte Naturforscher, die Lebensgesetze seiner selbst im Leben des Ganzen wieder zu finden, und so einer höhern Weihe entgegen eilend, zu erfüllen, was sein Name heischt.

4) Die Geschichte der Physik hat in neueren Zeiten an J. C. Fischer einen gründlichen Bearbeiter gefunden; früher war ausser der Geschichte einzelner Theile z. B. Priestley's Geschichte der Electricität, Bergmanns, Wieglebs und Gmelins Geschichte der Chemie, nur ein sehr unvollkommener Versuch dazu durch de Loys gemacht worden. Vergl. de Loys: Abregé chronologique pour servir à l'histoire de Physique, à Strasbourg 1786—89. T. I — IV. 8.— Joh. Carl Fischers Geschichte der Physik seit der Wiederherstellung der Künste und Wissenschaften bis auf die neuesten Zeiten. Auch unter dem Titel: Geschichte der Künste und Wissenschaften seit der Wiederherstellung derselben bis an das Ende des achtzehnten Jahrhunderts. Von einer Gesellschaft gelehrter Männer ausgearbeitet. Achte Abtheilung. Geschichte der Naturwissenschaften. I. Geschichte der Naterlehre von J. C. Fischer, Göttingen 1808 I — VIII B. 8.

§. 12.

Das Studium der Geschichte der Physik ist eines der vorzüglichsten Hülfsmittel, um mit den einzelnen Gegenständen innig vertraut zu werden, einseitige Schlüsse und Ansichten zu vermeiden, und gründliche Fortschritte zum Vortheile der Wissenschaft, auf neu zu eröffnenden Wegen zu machen. Darum muſs es besonders allen empfohlen werden, denen nicht bloſs das Wissen von dem gegenwärtigen Zustande der Physik genügt, sondern die vielmehr durch eigene Beobachtungen und Versuche das Gebiet derselben

zu erweitern streben; denn nur nach vorangegangener Beantwortung der Frage: was ist über den zu bearbeitenden Gegenstand bereits beobachtet, versucht, gefolgert und gedacht worden, kann man sich auf eine gründliche Weise anschicken, zur tieferen Untersuchung selbst Hand ans Werk zu legen.

§. 13.

Zu diesem Zwecke muſs aber die Geschichte der Physik nicht bloſs aus einem Handbuche derselben, sondern aus den Quellen selbst geschöpft werden, und daher ist gründliche Kenntniſs der Literatur des in Frage stehenden Gegenstandes, so wie der Physik überhaupt, ein unumgänglich nothwendiges Hülfsmittel, um sichere und glückliche Fortschritte in dieser Wissenschaft zu machen. Die ältere Literatur der Physik ist mit derjenigen anderer Theile der Naturkunde mehr oder weniger verwebt, was ihr Studium erschwert; die neuere dagegen mehr gesondert, aber ausserordentlich zahlreich, und deshalb wird in Lehrbüchern am zweckmässigsten bei den einzelnen Gegenständen auf die wichtigsten Schriften verwiesen, nachdem zuvor die Bücherkenntniſs des Ganzen durch Angabe der zweckmässigsten älteren und neueren Lehrbücher, Wörterbücher und Zeitschriften vermittelt worden.

A) Zur Bücherkenntniſs:

1. Jul. Bernh. v. Rohrs physicalische Bibliothek. Leipzig 1724. 8. Mit Zusätzen herausgegeben von Abr. Gotth. Kästner. Leipzig 1754. 8.
2. Herm. Boerhave methodus studii medici emaculata et accessionibus locupletata ab Alb. Haller. Amstel. 1751. 4. maj. T. I. II.
3. Joh. Christ. Polyc. Erxlebens physical. Bibliothek. Göttingen 1774—77. 8. 1—4. B.
4. Allg. Repertorium der Literatur, für das Jahr 1785—90. Weimar 1793. 94. — Für das Jahr 1790—95. Ebendas. 1799. 10 Abtheil. phys. naturhist. Lit.
5. C. E. Weigels Einleitung zur allg. Scheidekunst. Leipz. 1788. St. I., 1790. St. II., 1793. St. III. Th. I., 1794. Th. II.
6) Bibliotheca fisica di Europa, di L. Brugnatelli Pavia. Th. I—XX. 8.
7. J. D. Reuss: allg. Real-Repertorium über die Abhandlungen, Acten, Comment. u. Memoiren der europäischen Academien und Gesellschaften. Göttingen 1805. T. IV., 1804. T. 5.

B) Systeme und Lehrbücher:

a) Acroamatische.

8. Ren. de Cartes: Principia philosophiae; in 2 B. seiner Operum.
9. Isaac Newton: philosophiae naturalis principia mathematica. Lond. 1687. 1726. 4.
10. Physices elementa mathematica, experimentis confirmata, auct. Guil, Jac. s'Gravesande. Leidae 1719. 4., 1744. T. I. II. 4.
11. Christ. Wolffs nützliche Versuche zu genauer Erkenntn. der Natur u. Kunst. Halle 1721—23. I. II. III. 8.

12. Pet. van Muschenbroek: introductio ad philosophiam naturalem. Lugd. Bat. 1762. T. I.—III. 4. maj.

13. Ejusd. elementa physices. Lugd. Bat. 1734. 8.

14. Herrm. Frid. Teichmeyeri elementa philosophiae naturalis experimentalis. Jen. 1733. 4.

15. Georg. Erh. Hambergeri elementa physices. Das. 1735. 8.

16. Leçons de physique experimentale, par M. l'Abbé Nollet. à Paris 1743. u. f. gr. 12. Tom. I — VI. Aus dem Französ. Erf. 1749 — 64. Th. I — VI. 8.

17. Joh. Andr. Segners Einleitung in die Naturlehre Göttingen 1746. 54. 70. 8.

18. Joh. Gottl. Krügers Naturlehre. Halle 1750. 8.

19. Praelectiones in physicam theoreticam, conscriptae a Geo. Wolfg. Krafft. Tubing. 1750. In Physicae partes mechanicas, 1751. In Phys. part. opticas et his cognatas, 1754. P. III. 8.

20. Joh. Petr. Eberhards erste Gründe der Naturlehre. Halle 1752 et 67., 5te Aufl. 1787. 8.

21. Leçons de Physique experimentale, par M. Sigaud de la Fond. à Paris 1767. T. I. II 12. Deutsch: Dresden 1774. Th. I. II. gr. 8.

22. Le même: elemens de physique theoretique et experimentale. Paris 1777. T. I — IV. 8.

23. Joh. Polyc. Erxleben: Anfangsgründe der Naturlehre. Göttingen 1772. 77. Mit Zusätzen von G. C. Lichtenberg, 1784. u. f., 6te Aufl. Göttingen 1794. 8.

24. Wenzesl. Joh. Gustav Karsten Anfangsgründe der Naturlehre. Halle 1780. 2te Aufl. von F. A. C. Gren, Halle 1790. 8.

25. T. G. Kratzenstein: Vorles. über die Experimentalphysik. 6te Aufl. Kopenhag. 1787. 8.

26. Lettres à une princesse d'Allemange sur divers sujets de physique et de philosophie. à Mitau 1770—74. T. I—III. (von Leonh. Euler) a. d. Franz. übers. Leipz. 1—3. Th. Mit Kupf. gr. 8. Nach dieser Ausg. neu übersetzs, mit Anmerk., Zusätzen und neuen Briefen vermehrt von Fr. Kries Leipz. 1792. B. I., 93. B. II. 8.

27. Grundlage zu meinen Vorles. über Experimentalphysik, von Marc. Herz. Berlin 1787. 8.

28. Vorlesungen über Experimentalphysik, von F. A. Achard. Berlin 1791. T. I—IV. 8.

29. Grundrifs d. öffentl. Vorles. über Experimentalnaturlehre, von P. Max. Imhoff. München 1794. Th. I., 1795. Th. II.

30. Ad. Wilh. Hauchs Anfangsgründe der Naturlehre, a. d. Dänischen übers. von Joh. Elem. Tode. Kopenhagen u. Leipz. 1795. Th. I. II. 8.

31. Jul. Conr. Yelin: Lehrb. der Naturlehre. Ansbach 1796. 8.

32. Fr. Albr. C. Gren Grundrifs der Naturlehre. Halle 1791. 1795. Dritte ganz umgearb. Ausg. 1797. 4te verbesserte von Karsten besorgte Ausg. 1801. 5te Aufl. von E. G. Fischer. Halle 1808. gr. 8.

33. Joh. Tob. Meyer Anfangsgr. d. Naturlehre. Göttingen 1801. 03. 8.

34. J. G. F. Schraders Grundr. d. Experimental-Naturlehre in seinem chem. Theile nach der neueren Theorie, sowohl zum Leitfaden academ. Vorlesungen, als auch zum Gebrauche für Schulen entworfen. 1797. Neue von L. W. Gilbert umgearb. Aufl. mit vielen Figuren. Hamburg 1804. gr. 8.

35. Tiber. Cavallo's ausführl. Handb. d. Experimental-Naturlehre in ihren reinen und angewandten Thei-

len.) Aus dem Englischen mit Anmerkungen von Dr. Joh. Barthol. Trommsdorff. Erfurt 1804 — 1806. I. — IV. B. M. Kupf. gr. 8.

36, Traité élémentaire de Physique, presénté dans un ordre nouveau, d'après les decouvertes modernes, par A. Libes. Paris A. X. Vol. I. — III.

37. R. J. Haüys Handb. für die Anfangsgründe der Physik. Aus dem Franz. u. m. Anmerk. von M. C. S. Weiss. Leipz. 1804. 05. B. I. II. Mit Kupf. 8.

38. C. W. Böckmanns Entwurf eines Leitfadens zum Gebrauch bei Vorlesungen über die Naturlehre. Carlsruhe 1805. gr. 8.

39. Fr. Kries Lehrbuch der Physik für gelehrte Schulen. Jena 1806. 1808. Mit 39 Holzschnitten. 8.

40. Compendiaria Physicae institutio, quam in usum tyronum conscripsit hujusque scientiae statui recentissimo accomodavit Joann. Phil. Neumann etc. Graecii 1808. Tom. I. C. figur. aeri incis. 8.

41. Anfangsgründe der dynamischen Naturlehre abgefaſst v. Fr. Hildebrandt etc. Mit Kupfern. Erlangen 1807. Fortsetzung u. Schluſs. 1807. gr. 8.

42. L. A. Jungnitz Grundriſs der Naturlehre, zum Gebrauche für Vorlesungen. Breslau 1804. Th. I. II. 8.

b) Populäre.

43. Bernh. van Nieuwentyt: recht gebrugk der weereld beschouwinge. Amst. 1716. 4. Aus dem Holländ, übers. v. Joh. Andr. Segner. Jena 1747. 4.

44. Christ. Wolffs vernünftige Gedanken von den Absichten der natürlichen Dinge. Halle 1724. 8.

45. Michael Hube: Vollständiger und faſslicher Unterricht in der Naturlehre. Mit einer Reihe von Briefen an einen jungen Herrn von Stande. Leipz. 1793. I. II., 1794. III. B., 1801. 02. neue Ausg. in IV B. 8

46. J. H. Helmuth: Volksnaturlehre zur Dämpfung des Aberglaubens. Braunschweig 1803. 5te stark vermehrte Auflage mit Kupfern. 8.

C) Wörterbücher.

47. Dictionaire de physique par Mr. Sigaud de la Fond. Paris 1781. Tom. IV. 8.
48. Dictionnaire raisonné de Physique par Mr. Brisson. Paris 1781. II Tom. 4.
49. Joh. Sam. Traugott Gehlers physicalisches Wörterbuch, oder Versuch einer Erklärung der vornehmsten Begriffe und Kunstwörter der Naturlehre in alphabetischer Ordnung. Leipzig 1787 Th. I., 89. II., 90. III., 91. IV., 95. V., 96. VI., 8. Neue Ausg. 8., Supplementband 88., VII. Th. oder II. Supplementband, herausgegeb. von C. W. Gilbert. 808. gr. 8.
50. Physicalisches Wörterbuch oder Erklärung der vornehmsten zur Physik gehörigen Begriffe und Kunstwörter, sowohl nach atomistischer als dynamischer Lehre betrachtet, mit kurzgefaſsten Nachrichten von der Geschichte der Erfindungen, und Beschreibung der Werkzeuge in alphabetischer Ordnung. Von Dr. J. K. Fischer. Göttingen 1799. T. I. II., 800. III., 01. IV., 04. V., 05. VI. und Registerb. 8.
51. Dictionnaire des sciences naturelles, dans lequel on traite méthodiq. des differ. êtres de la nature cte. par Broignart, Cuvier, Daudin, Dümeril, Dumont, Fourcroy, Geoffroy, etc. etc. Strasbourg 1804. Vol. I—IV., 1805. V. avec 2 livr. de planches. 8.
52. Physicalisch chemisches Handwörterbuch für Gelehrte und Ungelehrte, Fabricanten, Manufacturisten u. Handwerker. Ein gedrängter Auszug aus Gehlers, Macquers, u. den neuesten, vorzüglichsten physi-

schen und chemischen Wörterb. u. Schriften. Leipzig 1790. 809. III Th. mit Kupf.

D) Periodische Werke.

53. Observations sur la Physique, sur l'Histoire naturelle et sur les arts, par ROZIER, MONGEZ et DE LA METHERIE. à Paris 1773. T. I., 1800. Tom, L. 4.
54. Journal de Physique, de Chemie, d'Histoire naturelle et des Arts, avec des Planches en taille douce. Par J. L, DELAMETHERIE. Paris 1809. Tom. LXVII.
55. Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschiehte, herausg. von L. C. LICHTENBERG. Gotha 1781—86. B. I—III., Fortges. von J. H. VOIGT. 86—99. B. IV—XII., Magaz. für den neuesten Zustand der Naturkunde mit Rücksicht auf die dazu gehörigen Hülfswissenschaften. Jena 1797. B. I., 1799. II., Weimar 800—06. III—X.
56. Nieuwe chem. en phys. Oefeningen. Door P. VAN WERKHOVEN. Utrecht 1798. D. I. (No. 1—5.), 94—802. II.
57. Journal der Physik, herausg. von Dr. F. A. C, GREN. Halle und Leipz. 1790—93. B. I—VIII., Dessen neues Journ. d. Physik. Leipz. 1795—97. I—IV., Vollständiges Register über GRENS Journal d. Physik. Mit Anmerk. v. C. J. B. KARSTEN. Leipz. 1800. GRENS Annalen der Physik. 1799. B. I. St. I., Fortges. von L. W. GILBERT. 1808. XXX. B. mit Kupf. 8.
58. Bibliotheque Britannique ou recueil extrait des ouvrages anglois periodiques et autres etc. par une societè des gens de lettres. Génève. Monatlich seit dem Anfang 1796 ein Heft. 8.
59. A Journal of natural Philosophy, Chemistry and

the arts; illustrated with Engravings. 1797 — 808. Vol. I — XI. 8.

60. Journal für die Chemie, Physik und Mineralogie, von J. J. Bernhardi, C. F. Bucholz, L. v. Crell, S. F. Hermbstädt, F. Hildebrandt, D. L. G. Karsten, M. H. Klaproth, H. C. Oersted, C. H. Pfaff, J. W. Ritter, J. B. Trommsdorf, und A. F. Gehlen. Berlin 1808. VII. B. 8.

§. 14.

Die Schule unterscheidet gemeinhin bei dem Vortrage die theoretische Physik und die Experimentalphysik, und stellt beide der speculativen Physik gegenüber, welche die lezte Nachweisung der Möglichkeit aller Anziehungen und aller davon abhängigen Erscheinungen zum Gegenstande hat, und daher als Theil der Naturphilosophie betrachtet werden kann. Vergl. §. 2. No. 2. Die theoretische sowohl als wie die Experimentalphysik beschäftigen sich vorzüglich mit Auffindung der Naturgesetze (leges naturae); die erstere indem sie von historisch mitgetheilten Beobachtungen und Versuchen, die leztere indem sie durch Versuche selbst: das Bleibende in den beobachteten Umständen, welche eine Reihe von Erscheinungen begleiten aushebt, und diesen bleibenden Parallelismus, der zwischen denen in bestimmter Folge

begriffenen Umständen eintritt als Gesetz ausspricht.

§. 15.

Um aber zu Naturgesetzen überhaupt zu gelangen, welche auf Gültigkeit Anspruch machen können, reicht nicht bloſs die allgemeine und oberflächliche Bestimmung der Beschaffenheiten und Veränderungen hin, welche bei den zu vergleichenden in nothwendiger Folge stehenden Erscheinungen vorkommen, sondern es wird vielmehr unumgänglich erfordert, daſs das jedesmalige Gröſsen- und Mengen-Verhältniſs genau angegeben werde, und daher ist die Mathematik (zum wenigsten Arithmetik und Geometrie) als unentbehrliches Hülfsstudium des Naturforschers und insbesondere des Physikers zu betrachten. Nicht minder entbehrlich ist die gegenseitige Verständigung über allgemeine Begriffe, die man durch Kunstwörter (Termini) zu bezeichnen pflegt, welche sich durch richtige Wahl der Wörter und dadurch begründete allgemeine Gültigkeit characterisiren müssen.

Bemerk. 1) Ausser dem angeführten Nutzen der Mathematik für die Physik, empfielt sie sich und ihr Studium dem Physiker noch besonders dadurch, daſs sie ihn in der Kunst richtige Vergleichungen anzustellen, und seine Untersuchungen einer natürlichen Anordnung zu fügen übt. Mehrere Begriffe entlehnt

die Physik aus der Mathematik, und ihre Beweise für abgeleitete Folgerungen machen auf Evidenz Anspruch, wenn sie mit Hülfe der Mathematik geführt werden können.

2) Suchen wir das, was wir an einem Gegenstande der Natur wahrnehmen, wörtlich auszudrücken, so erhalten wir ein Merkmal (nota), und drücken wir mit mehreren Worten mehrere Merkmale aus, um einen oder mehrere Gegenstände dadurch zu bezeichnen, so nennen wir diesen Ausdruck: ein Kennzeichen oder den Character des Gegenstandes. Merkmale und Kennzeichen werden durch gedrängte, kurze und dennoch umfassende, bestimmte Wörter, die man Kunstwörter nennt, bezeichnet, deren Sammlung, gehörig geordnete Aufstellung und Erklärung die Terminologie beschäftigt, welche vorzüglich der eigentlichen Naturbeschreibung zur Einleitung dient, jedoch aber auch wenigstens dem allgemeinen Theile nach, der Physik vorangeschickt werden mufs, und so als Bestimmung der allgemeinsten und ersten Begriffe in der Physik, zur Einleitung derselben gehört.

III. ABSCHNITT.

BESTIMMUNG DER ALLGEMEINSTEN BEGRIFFE IN DER PHYSIK.

§. 16.

So wie der Mensch in sich selbst: Leiden (pati, affici) und Thun (agere) unterscheidet, so wird er auch genöthigt, der äusseren Gegenstandswelt (die seinem Ich oder seinem Innern gegenübersteht) ein ähnliches Verhältniſs zuzugestehen (Vergl. §. 3.). Beide Verhältnisse betrachten wir als Zustände, indem sowohl das Leiden als wie das Thun veränderlich sind, und sich nur bedingungsweise bleibend erhalten.

1) Unter Zustand verstehen wir die veränderliche Beschaffenheit eines Dinges; wir unterscheiden leicht veränderliche und fixirte Zustände, beide Begriffsbesimmungen sind aber nur relativ gültig. Zu dem ersteren gehört z. B. Festigkeit oder Starrheit und Flüssigkeit, electrische Beschaffenheit, Wärme und Kälte u. s. w.; zu dem lez-

teren die Charactere oder eigenthümlichen Beschaffenheiten ganzer Reihen von chemischen Elementen, z. B. Metallität, Alcalität, Acidität, wo jedes einzelne Glied (jedes Metall, Erde etc.) eine eigene Stufe des allgemeineren fixirten Zustandes behauptet.

2) Wir bezeichnen die äusseren Sinnes-Gegenstände im Allgemeinen durch die Benennungen: Dinge, Materien oder Körper; der leztere Ausdruck wird indeſs gewöhnlich nur dort gebraucht, wo von gestalteten Dingen, von besonderen für sich existirenden Materien die Rede ist.

§. 16.

Die Veränderung eines Dinges, so wie das Beharren desselben in einer bestimmten Beschaffenheit, muſs einen nachweisungsfähigen Grund haben. Diesen zureichenden Grund jener Zustände nennen wir die Ursache (causa) derselben, und die dadurch in dem Dinge hervorgebrachte Beschaffenheit die Wirkung (Effectus). Die Ursache wird hier in Beziehnng auf die Thätigkeit (agens), als das die Veränderung oder Beharrung möglich machende gesetzt, und Thätigkeit als Folge des Thätigen, kann zwar für sich aufgefaſst werden, fällt aber in der Erfahrung immer damit zusammen, oder ist stets ganz unmittelbar damit verknüpft, so wie das Seyn selbst als unendliche Entwickelung unbedingter Thätigkeit gedacht werden kann.

1) Man bestimmt die Ursache noch näher durch die Ausdrücke nahe oder entfernte Ursache, so wie auch die Wirkung als unmittelbare oder mittelbare bezeichnet wird.

2) Thätigkeit ist stete unmittelbare Folge des Vorhandenseyns der Ursache, und nur in sofern sie zu einem bestimmten Ziele gelangt ist, verdient sie Wirkung genannt zu werden; sie begleitet mehr, die Wirkung folgt.

3) Sofern die Ursache irgend eines Dinges, sich mit ihrer Thätigkeit in die Wesenheit eines anderen erstreckt, und hier bestimmte Wirkungen hervorgehen, bezeichnet man dieses Verhältnifs der Ursache des einen Dinges zu dem anderen, durch Einwirken und den Erfolg durch Einwirkung.

4) Alle von uns wahrnehmbare Verschiedenheiten der Dinge, nennen wir Beschaffenheiten oder Qualitäten (Qualitates) derselben.

§. 17.

Jenes Thätige was die Beharrung oder Veränderung eines Zustandes möglich macht, das Prädicat der Substanz, wodurch sie unbedingt als Ursache gedacht wird, nennen wir Kraft (Vis), ein Ausdruck, welcher der gleichen Bezeichnung unserer inneren nach aussen und auf uns selbst zurückwirkenden Thätigkeit nachgebildet ist. Unter Vermögen (Facultas) hingegen, versteht man das Prädicat irgend eines Objects, wodurch es als Ursache gedacht wird, ohne dabei festzusetzen, ob dieses als „Ursache

gedacht werden" unbedingt oder bedingungsweise zu nehmen sey. Indem ich einem Daseyenden Kraft zuschreibe, nehme ich zugleich an, daſs die ganze Ursache der Wirkung (woraus ich auf die Kraft schloſs) unbeschränkt in demselben gegeben sey; der Ausdruck Vermögen läſst es unbestimmt, ob nicht, um die Wirkung zu Stande zu bringen, noch sonst etwas als auf das Subject einwirkend erfordert wird.

§. 18.

Die Gröſse einer Kraft bestimmen wir nach dem Ausdrucke derselben, indem wir sie entweder mit einer anderen Kraft von bekannter Gröſse (die mithin zum Maaſsstabe dient) vergleichen, oder in dem wir sie nach dem Grade von Vernichtung beurtheilen, den sie durch eine andere gegenwirkende Kraft erleidet. Alles nämlich, was den Ausbruch einer Kraft hindert (z. B. das leidende unthätige Verhältniſs des die Kraftäusserung empfangenden Theils), oder wenn dieser schon erfolgt ist, ihn schwächt und mehr oder weniger aufhebt, kann als Gegenkraft angesehen werden, und alle Veränderungen der Dinge, sind daher als Producte gegenseitiger Kraftwirkung anzusehen.

§. 19.

Sehr häufig will man aber mit dem Worte Kraft nicht sowohl die allgemeinste Thätig-

keitsquelle, oder den lezten Grund einer Erscheinung bezeichnen, sondern nur die nächste Ursache einer gegebenen Wirkung; die öfters selbst nur Wirkung einer entfernteren, allgemeineren einfacheren Kraft ist. Versucht man es in solchen Fällen, durch immer weiter geführte Vergleichung und Heraushebung des einfacheren Grundes, endlich bei einer Kraft anzugelangen, die auf unbedingte Einfachheit und Allgemeinheit Anspruch machen kann, so nennt man diese, alle abgeleiteten zusammengesetzten Kräfte in sich schliessende: Grundkraft, deren Gegenkraft gleich einfach und allgemein seyn muſs, und mit der ersteren im Streite gedacht, zu der Idee zweier Grundkräfte (Vires fundamentales) als lezte Ursache aller Erscheinungen und deren Veränderungen geleitet hat.

1) Die Grundkräfte sind hypothetisch angenommen, und dienen nicht sowohl dazu die Dinge selbst, ihr Seyn mit seinen Prädicaten zu erklären, als vielmehr nur den Grund der Veränderungen der Substanz allgemein anzudeuten. Die einzelnen Belege sind häufiger mit Hülfe des Witzes als durch vergleichenden Scharfsinn angezogen worden, und öfters scheint man ganz vergessen zu haben, daſs die Annahme jener Kräfte nur zur Erleichterung der Uebersicht dienet, daſs die Mannigfaltigkeit und die eigenthümlichen Lebensweisen der Naturindividuen dadurch weder aufgefaſst noch begriffen und erklärt werden, und bei Annahme zweier Kräfte auch der Träger, das

Substrat derselben, das Band, welches beide in ihrer bestimmt wirksamen Beziehung erhält, die Weltseele als ein drittes, zur thätigen Existenz unbedingt Nothwendiges gesetzt werden müsse.

2) Kant versuchte es zuerst aus Gründen a priori die Nothwendigkeit der Annahme jener Grundkräfte darzuthun, und den einfachsten Gegensatz von Thätigkeit zur Bezeichnung wählend, nannte er die eine dieser Kräfte anziehende (Attractiv- oder Compressiv-) Kraft (Vis attractiva), die andere abstossende (Repulsiv-, Expansiv- oder Dehn-) Kraft (Vis repulsiva s. expansiva). Beide Kräfte können als Ziehkräfte gedacht werden, nur muſs man dann annehmen, daſs die Anziehungen beider sich entgegen wirken, also von entgegengesetzter Richtung ausgehen; man kann dann die eine als Attractivkraft des Universums, die andere als Attractivkraft des Individuums betrachten, und auf die Naturthätigkeiten angewendet, ihnen (jedoch in Wechselwirkung gedacht) den Assimilationsproceſs des Universums und den des Individuums als Belege ihres Thätigen Vorhandenseyns zuweisen (Vergl. §. 3. N. 4).

5) Beide Grundkräfte können als thätige stets nur in Wechselwirkung: Kraft gegen Kraft (vergl. §. 19) gedacht werden, und es hat daher keinen Sinn, wenn man irgend ein Phänomen, z. B. das des Lichtes als die freie (für sich vorhandene und wirkende) Dehnkraft etc. annimmt.

§. 21.

Zu einem ähnlichen allgemeinen Gegensatze als wie derjenige der Grundkräfte ist, führen die

Ideen der Freiheit und Nothwendigkeit, wenn der Ausdruck derselben (jedoch stets relativ) in der Natur nachgewiesen wird. Besonders lassen sich diese Ideen auf die Begriffsbestimmung von zwei Hauptverhältnissen des Daseyenden, ohne welche dasselbe nicht gedacht werden kann, von Raum und Zeit anwenden. Denken wir uns die Freiheit (das Unendliche) der Nothwendigkeit (dem Endlichen) so untergeordnet, daſs leztere für erstere bestimmend wird, (oder m. a. W. die Freiheit der Nothwendigkeit eingebildet) so erhalten wir den Begriff des Raums (Spatium), der uns in der Erscheinung selbst anschaulich wird, indem wir in der Aussenwelt unseres Ichs die Körperwelt sinnlich unterscheiden. Hier verbindet sich aber dem Begriffe des Raums, derjenige der körperlichen Existenz, und nur indem wir uns das was den Raum erfüllt wegdenken, bleibt uns der Begriff des leeren Raums (Vacuum). Denken wir uns umgekehrt die Nothwendigkeit der Freiheit auf ähnliche Weise wie oben untergeordnet (die Nothwendigkeit der Freiheit eingebildet), so erhalten wir den Begriff der Zeit (Tempus) der uns in dem Nacheinander einer Statt findenden Veränderung, als das die Raumsbeschränkung relativ aufhebende Thätige anschaulich wird.

1) Jeder Raum zeigt von einer bestimmten Ausdehnung, und kann ohne diese nicht gedacht wer-

den; wohl aber ist es möglich sich in Gedanken das, was bei den Körpern die Ausdehnung bewirkt, zu verneinen (ein Fall, der z. B. bei dem geometrischen Körper eintritt) und so den Begriff einer *leeren* bestimmten Begränzung zu erhalten.

2) Jeder gegebene, bestimmt begränzte Raum, wird ein *relativer Raum* genannt, indem er als Theil eines grössern Raums gedacht werden kann. Führt man bei der Vorstellung des Raums die Verneinung der Begränzung fort, so stöſst man endlich auf die dunkele Vorstellung eines *unbegränzten*, *unendlichen* oder *absoluten* Raums.

3) Bestimmen wir die Grösse des *erfüllten* Raums (Quantitas spatii), den Cubikinhalt oder Inbegriff eines Körpers, so nennen wir dieses das *Volumen* desselben. Erforschen wir hingegen die Beschaffenheit des Raums (Qualitas spatii), den ein Körper einnimmt, so erhalten wir dadurch Vorstellungen von seiner *Gestalt* (Forma). Diese ist entweder *äussere*, dnrch das Verhältniſs der Lage der Flächen die den Körper umgränzen bestimmt (Figuration, Figura); oder *innere* aus dem Verhältnisse der Lage seiner Anhäufungstheile hervorgehend (Bau, Structur, Structura).

4) Die Raumbegränzung ist bei den natürlichen Körpern sehr verschieden, indeſs lehrt doch die Erfahrung, daſs im Allgemeinen die organischen Gestalten krummlinigt, die anorganischen hingegen geradlinigt begränzt sind, oder sich begränzen, wenn nicht äussere einwirkende Kräfte Hindernisse in den Weg legen. Diese Verschiedenheit der Begränzungsweisen läſst sich auch erschliessen, wenn man das Organische als das Selbstständigere, mehr in sich le.

bende, das Anorganische als das einer äusseren Nothwendigkeit mehr unterworfene betrachtet, und die krummlinigte Begränzung als die individualisirtere ansieht. Indefs gilt dieses blofs von dem Anorganischen, in so fern es gestaltet ist; das Ges altlose, das Tropfbar-Flüssige ist auch krummlinigt begränzt, jedoch nicht durch eigene unmittelbar entwickelte Kraft, sondern (wie die Folge der Untersuchung zeigen wird) durch äusseren Druck (Vergl. §. 3. N. 4.).

5) Die Räume selbst sind mefsbar, d. h. ihre Grösse läfst sich vergleichen, nnd um dieses zu können, nimmt man in der Mathematik einen Raum von willkürlich bestimmter Grösse als zu vergleichende Einheit an; und sofern die körperliche Ausdehnung der Anschauung drei Hauptrichtungen (Dimensionen) der Länge, Breite (auf erstere senkrecht gehend), und Tiefe oder Dicke (auf beide senkrecht gehend) gestattet (wovon die gröfste dieser Dimensionen, im Falle sie ungleich sind: Länge und diese für sich gedacht Linie, deren Anfang der Punct ist, die folgende Breite, und beide vereint ohne Tiefe gedacht Fläche, und die kleinste Dicke genannt wird), in so fern nimmt man für die Linien einen Längenfufs, Zoll etc. zum Maafsstabe an; betrachtet sie aber nicht als zum Bestehen des Raums (der als stetige Grösse [Quantitas continua] keine Theile hat) nothwendige, sondern nur als der Möglichkeit nach vorhandene Theile.

6) Das gesunde menschliche Auge unterscheidet etwa den zehnten bis zwölften Theil einer Linie (als 10ten oder 12ten Theil eines Zolles) genau, weiterhin hört Messung und Unterscheidung auf; aber

denken läſst sich eine weitere Eintheilung so weit, daſs jeder lezte Theil kleiner als jede bestimmbare Raumseinheit ist. Eine solche lezte Einheit des Raums hat Langsdorff (s. Anfangsgründe der reinen Mathematik. Erlangen 1802. 8. 125. u. Ueber die Unstatthaftigkeit des Princips der unendlichen Theilbarkeit. Ebendas. 1804. 8.) unter dem Begriffe und unter der Benennung Raumpunct oder Raumatom festzusetzen sich bemüht, sowohl um für die kleinsten denkbaren Räume einen Maaſsstab zu besitzen, als auch um die Construction der krummen Linien (deren Elemente sich auf der einen Seite mehr als auf der andern gegen einander neigen) anschaulicher zu machen. Indeſs sind diese Raumatome nur angenommen, nicht als für sich bestehende die Möglichkeit des Raums begründende Theile anzusehen, und eben so wenig mit den später zu erwähnenden Massenatomen zu verwechseln.

7) Die Weltkörper geben durch ihre Erscheinungen und Bewegungen ein bequemes Mittel an die Hand, die Zeit beliebig, jedoch so einzutheilen, daſs die Hauptabschnitte für alle Menschen erkennbar und mittheilbar sind; die mathematische Zeitrechnung oder Chronologie ist auf diese Weise entstanden.

8) Kehrt bei Körperveränderungen ein bestimmtes Zeitverhältniſs regelmässig wieder, so nennt man dieses die Periodicität jener Veränderungen oder Erscheinungen, und sagt von der Wiederkehr, daſs sie periodisch Statt finde.

§. 22.

Jeder Körper erfüllt seinen Raum, und macht es unmöglich, daſs ausser ihm noch ein anderer Körper seinen Raum einnimmt, er leistet daher gegen jeden andringenden Körper, der ihn aus dem Raume zu verdrängen strebt, Wiederstand (vergl. §. 20.) oder ist für ihn undurchdringlich. Die Undurchdringlichkeit (Impenetrabilitas) als allgemeinste Erscheinung an den Körpern, muſs einen eben so allgemeinen Grund haben, und diesen nennen wir die Materie (Materia); so wie die Grösse oder Menge derselben Masse (Massa, Qualitas materiae), deren Bestimmungsmethode später vorkommen wird.

1) Die Alten liessen die Dingenwelt aus dem Chaos hervorgehen; dieses war ihnen das noch nicht verschiedenartig entwickelte Daseyende. Will man für diese Abstraction des Begriffs der besonderen körperlichen Existenz etwas substituiren, so kann dazu der Begriff der Materie dienen, die dann aber nicht sowohl das Daseyende als Raumerfüllendes, sondern als überhaupt nur Seyendes bezeichnet, dessen Entwickelung oder Bestimmung zur raumerfüllenden Existenz oder entgegengesetzt, zum bloſs thätigen geistigen Seyn dann noch unentschieden ist (Man vergl. Kastners Grundriſs der Chemie: Einleitung §. 2.).

2) Der Undurchdringlichkeit in obigem Sinne darf die chemische Durchdringung oder Mischung nicht entgegengesetzt werden.

§. 23,

Aus dem Verhältnisse der Masse eines Körpers zu seinem Volumen, ergiebt sich die Dichtigkeit (Densitas) oder Lockerheit (Raritas) desselben. Die Dichtigkeit kann bei einem Körper nicht für sich bestimmt werden, sondern es lassen sich nur die Verhältnisse der Dichtigkeit verschiedener Körper angeben, die man in dieser Rücksicht vergleicht; aber es lassen sich aus dem Umstande, daſs die Dichtigkeit aus dem Verhältnisse des Volumens zu der Masse des Körpers bestimmt wird, folgende Regeln zu Bestimmung der Dichtigkeit ableiten:

1) Ist das Volumen zweier (zu vergleichenden) Körper gleich, so verhalten sie sich in ihren Dichtigkeiten, wie ihre Massen. Es sey $V = v$, so ist $D : d = M : m$.

2) Sind die Massen beider gleich, so verhalten sie sich in ihren Dichtigkeiten umgekehrt, wie ihre Volumen. Es sey $M = m$, so ist $D : d = v : V$.

3) Bei ungleichen Volumen und ungleichen Massen verhalten sich die Dichtigkeiten der Körper überhaupt, wie die Quotienten der Körpermassen durch die Volumina. Es ist also

$$D : = \frac{M}{V} : \frac{m}{v}.$$

1) Denken wir uns gleich grosse Theile des Raums eines Körpers stets mit gleich viel Materie erfüllt

so sagen wir von seiner Dichtigkeit, daſs sie gleichförmig (densitas aequabilis, uniformis) sey; ist hingegen die Quantität der Materie in den gleichgrossen Theilen verschieden, so ist die Dichtigkeit ungleichförmig (inaequabilis). In solchen Fällen wie der leztere angegebene, bestimmt man die mittlere Dichtigkeit, (densitas media). Gesetzt die eine Dichtigkeit heisse D, die andere d, die mittlere Δ, das eine Volumen V, das andere v; so ist $\Delta = \frac{DV + dv}{V + v}$.

2) Die Grösse der Masse eines Körpers, seine Ponderosität oder sein Gewicht für sich betrachtet läſst sich nicht bestimmen, wohl aber das Gewichtsverhältniſs zu einem anderen gegebenen Körper; und um daher auszumitteln, welcher Körper unter mehreren der schwerere sey (in welchem Verhältnisse die Massengrössen stehen) nimmt man die Grösse des Drucks eines bestimmten Körpers gegen die Unterlage zur zu vergleichenden Einheit an. Man nennt diese Einheiten Gewichte; z. B. ein Centner, ein Pfnnd, ein Loth, ein Gran etc., und die mittelst dieser Einheiten herausgebrachte Grösse des Drucks, ohne dabei auf das Volumen des zu bestimmenden Körpers Rücksicht zu nehmen: sein absolutes Gewicht. Vergleicht man aber die Volumina zweier Körper bei gleichem absoluten Gewichte miteinander, so ergiebt sich hieraus ihre (comparative) Dichtigkeit, oder ihr specifisches Gewicht (vergl. oben), welches auch von Einigen die eigenthümliche Schwere oder Eigenschwere der Körper genannt wird. Bei physischen Versuchen bedient man sich in Deutschland am häufigsten des Nürnberger Medicinalgewichts. Hiernach enthält:

das Apothekergewicht:

Pfund.	Unze.	Loth.	Quentchen (od. Drachme).	Scrupel.	Gran.
1	12	24	96	228	5790
	1	2	8	24	480
		1	4	12	240
			1	3	60
				1	20

Ausserdem rechnet man auch nach köllnischem Markgewicht, wo man das Pfund (131072 Rpfth) in zwei Mark, die Mark (65536 Rpfth.) in sechszehn Loth, das Loth (4096 Rpfth.) in vier Quentchen, das Quentchen (1024 Rpfth.) in vier Pfennige, und den Pfennig in 256 Richtpfennigstheile, oder in 17 Eschen theilt.

Nach dem Civilgewichte enthält:

Pfund.	Loth.	Quentchen.		Scrupel.	Gran.
1	32	128	und demnach:	384	7680

welche leztere beide jedoch nicht gebräuchlich sind.

Nach dem englischen Troy-Gewicht enthält eiu Pfund (104688 Rpfth.) 12 Ounces, eine Ounce (8724 Rpfth.) 20 Penny weights, ein Penny weight (436⅕ Rpfth.) 24 Grains, ein Grain $18\frac{17}{40}$ Rpfth.) 20 Mites, ein Mite ist = $\frac{687}{800}$ Richtpfennigstheile. — Nach dem alt-französischen TroysGewicht wird das Pfund (137458 Rpfth.) in sechszehn Unzen, die Unze ($8591\frac{1}{8}$ Rpfth.) in acht Gros, der Gros ($1073\frac{57}{64}$ Rpfth.) in drei Deniers (Scrupel, die man auch in 2 Obole theilt), jeder zu 24 Grains, oder überhaupt in 72 Grains getheilt. Ein Grain ist = $14\frac{4153}{4608}$ Rchtpfth. Das neue französische Gewicht weicht hievon sehr ab, seine Eintheilung beruht auf einem neuen,

von allen französischen Physikern angenommenen System, nach welchem als Grundlage der vierte Theil des Erdmeridians zwischen dem Aequator nnd dem Nordpole angenommen worden ist, dessen zehnmillionster Theil unter der Benennung eines Mètre als Einheit der Maase gilt. Der hundertste Theil dieses Mètre ist einer, in einem cubischen Gefässe enthaltenen Quantität reinen (destillirten) Wassers gleich, welche dem Gewichte zur Einheit dient, und im Vacuo bei der Temperatur des schmelzenden Eises gewogen: 18,841 Gran beträgt. Man hat dieses Gewicht Gramme benannt, und daraus durch Multiplication und Division alle grösseren und kleineren Gewichte gebildet, die auf folgende Weise abgetheilt sind:

Decagramme (Gewicht von 10 Grammen) = $2\frac{2}{3}$ Quentchen.

Hectogramme (Gew. v. 100 Grammen) = $3\frac{1}{4}$ Unze.

Kilogramme (Gewicht von 1900 Grammen) = 2 Pfund 5 Quentchen 49 Gran.

Myriagramme (Gew. v. 10000 Gramm.) = $20\frac{1}{2}$ Pfd.

Decigramme (0,1 Gramme) = 2 Gran.

Centigramme (0,01 Gramme) = $\frac{1}{5}$ Gran.

Milligramme (0,001 Gramme) = $\frac{1}{50}$ Gran.

Man vergl.: Ueber das neue System der Maase und Gewichte d. franz. Republick v. Coquebert — in Grens neuem Journ. d. Phys. B. III. S. 424. Drechslers Tabellen zur Vergl. d. neuen franz. Maase und Gew. in Tromsdorffs Journ. B. IX. — Wechselseitige Reduction des neuen französischen und Nürnberger Medicinalgewichts; von L. Schnaubert; in Trommsdorffs Journ. d. Pharm. B. XII. St. I. S. 196. u. ff. — Nach dem holländischen Troys-

Gewicht enthält ein Pfund (137970 Rpfth.) sechtzehn Oncen; die Once (8623 Rpfth.) zwanzig Engels, der Engel ($431\frac{5}{32}$ Rpfth.) zwei und dreifsig As, und der As ist = $13\frac{485}{1024}$ Rpfth. Gold und Silber bestimmt man gewöhnlich nach köllnischem Markgewicht. Bei dem Golde theilt man ein Mark (65536 Rpfth.) in 24 Karat, und das Karat ($2730\frac{2}{3}$ Rpfth.) in 12 Grän, ein Grän ist = $227\frac{5}{9}$ Rpfth. — Bei dem Silber wird die Mark (65539 Rpfth.) in 16 Loth, das Loth (4096 Rpfth.) in 18 Grän, jeder zu $227\frac{5}{9}$ Rpfth. gerechnet, getheilt — Die Libra der Römer wurde in 12 Unzen getheilt; auf das alte Pariser Gewicht reducirt ist 1 Libra = 10 Unzen, 6 Quentchen und 48 Gr., 1 Uncia = 7 Quentch. 19 Gr., 1 Drachma = 65 Gr.; 1 Obolus = 11 Gr., und 1 Siliqua = 4 Gr.

Zur Quantitätsbestimmung flüssiger Substanzen bedient man sich gewöhnlich der Capacitätsmaase (Gemäse), wiewohl bei chemischen Arbeiten alle anzuwendenden Flüssigkeiten gewogen werden sollten. In Deutschland hält das preusische Stoff, Quart oder Maas 3 Pfunde Medicinalgewicht der Schoppen 12 Unzen, der Viertelstoff oder Quartier 9 Unzen; das sächsische 2 bürgerliche Pfunde. Das alte französische Maas bestand aus Pinten (jede zu 32 Pariser Unzen gerechnet), Schopinen oder Seideln (jede zu 16 Unzen gerechnet), Demiseptier (jeder zu 8 Unzen) und Gallons jeder zu 8 Pfd. oder 4 Pinten gerechnet. Bei dem Neufranzösischen dient das Litre (ein cubisches, dem Decimètre zur Seite stehendes Gefäfs), welches ohngefähr 2 Pfund Wasser fafst, zur Einheit. Die englische Pinte hält 16 Unzen, und der Gallon

7 Pinten. Eine schwedische Kanne fasst $5\frac{1}{2}$ Pfund das Pfund zu 16 Unzen gerechnet.

§. 23.

Die Vorstellungen der Naturforscher über die Möglichkeit der verschiedenen Dichtigkeit der Materie, und über die dabei nöthigen Bedingungen, weichen von einander ab. Die älteste Meinung besteht in der Annahme eines im ganzen Weltall vorhandenen zerstreueten leeren Raums (Vacuum disseminatum), der in verschiedenen Verhältnissen, als in den Massen vorhanden gedacht, eine mehr lockere oder dichtere Beschaffenheit derselben zur Folge hat. Die Materie selbst wird dabei als in möglichst kleinen, mechanisch nicht trennungsfähigen Gränzen gehalten, als untheilbare Körperchen (Corpuscula) oder Atome vorgestellt, von deren gegebenen Menge (Masse) die Dichtigkeit eines Körpers abhängt.

1) Mit dieser angenommenen Porosität der Materie darf die Porosität der Körper nicht verwechselt werden. Schon die oberflächliche Betrachtung besonders fester Körper zeigt nämlich mehr oder minder grosse Zwischenräume (Pori), die nicht mit der Masse des Körpers, sondern mit andern ungleichartigen Materien z, B. Luft, Dampf, Wasser u. s. w. erfüllt sind, und daher bei der Dichtigkeitsbestimmung die Festsetzung der mittleren Dichtigkeit (vgl. §. 22.) nöthig machen. Auch bei mehreren Körpern

die nicht porös scheinen, läſst sich dennoch die Gegenwart solcher Poren und ihrer Ausfüllungsmassen durch (in der Folge vorkommende Versuche) nachweisen; Körper hingegen, denen Zwischenräume der Art mangeln, gestehen wir Stetigkeit, Continuität (Continuitas) zu; die sowohl Wirkung einer expansiven als wie einer contractiven Kraft seyn kann.

2) Die Materie als das Bewegliche, Ausgedehnte Undurchdringliche im Raume, oder als Gegenstand der äusseren Natur, im Gegensatze der innerlichen Thätigkeit (z. B. des Ichs) in der Zeit, als Gegenstand der innern Natur, wird von denen, welche leere Räume und Atome gestatten, als durch ihre Existenz den Raum erfüllend, als das unvernichtbare, ewig daseyende Wesen der Körperwelt gedacht. Man nennt diese Naturansicht das atomistische oder Corpuscularsystem, oder die mechanische Naturphilosophie. Ihre vorzüglichsten Vertheidiger waren unter den älteren: Leucippus (in Diogenis Laertii vita philosophorum. Lugd. 1559. p. 372.) Democritus (ib. p. 377.), Epicurus (ib. p. 427.), Lucretius, (a. a. O., vergl. §. 2. N. 3., Gassendi (vergl. § 13.); in neueren Zeiten le Sage (Lucrece Newtonien in den nouv. mem. de Berlin. Ann. 1772. p. 394.) und Prevost (de l'orgine des forces magnetiques. Genev. 1778. A. d. F. übers. Halle 1794. 8.). Leztere nahmen ausser den Atomen (denen sie wie ihre Vorgänger gewisse unveränderliche Formen zuschrieben) noch ein ursprünglich repulsives Fluidum, den Aether an; und suchten dadurch die von ihnen nicht zu leugnenden Phänomene der Anziehung und Abstossung (also auch die denselben zu Grunde liegenden, von den Corpus-

cularphilosophen als etwas der Materie zufällig inwohnend angenommenen Kräfte) zu erklären. In der ganzen Ansicht waltet der Zufall als bestimmendes Princip; daher die willkürlichen Hypothesen, zu denen man so häufig seine Zuflucht nahm, um, wie man wähnte, bei den Erklärungen mit Atomen auszureichen, während man doch nur idem per idem, Undurchdringlichkeit durch Undurchdringlichkeit etc. erklärte. Beispiele gewähren die in der Folge vorkommenden Erscheinungen der Elasticität, der chemischen Durchdringung, der Durchsichtigkeit, etc. Weder a priori noch a posteriori (vor dem Richterstuhle sinnlicher Wahrnehmung wollten sich die Atome, aller Mühe ohnerachtet, niemals stellen) läſst sich diese Ansicht erweisen, und kann daher nur Anspruch auf den Werth einer Hypothese machen. Das bloſs Erdachte, Schwankende und Zufällige darin, bezeugte einer ihrer wärmsten Vertheidiger Gassendi, durch sein leztes Geständniſs: daſs er von sich, von seinem Daseynswerk und von der Welt überhaupt nichts wisse, und durch alle Erforschung (auf seinem eingeschlagenen Wege) nichts erlangt habe, als spitzfündige Witzeleien.

3) Nicht allen Körpern kann man Continuität zugestehen (bei einigen ist der Zusammenhang unterbrochen, ohne es zu scheinen, z. B. bei den Krystallen), aber wohl jeder Materie. Der Ausdruck: die Materie erfüllt ihren Raum mit Stetigkeit (Continuitas), setzt die Verneinung des leeren Raums voraus. Die Energie dieser Raumerfüllung, oder die Anhäufung der Materie in bestimmten Massen ist verschieden (vergl. oben u. §. 22.), und es läſst sich denken, daſs diese Verschiedenheit von der Intensität

beider Grundkräfte (§. 22.) abhänge, aber dadurch ist das Phänomen auch nicht erklärt, sondern nur weiter hinaus geschoben, und dann fehlt noch das Dritte (vergl. §. 20. N. 2.), welches das einmalige Kraftverhältnifs permanent macht.

4) Wir unterscheiden wahre und scheinbare Dichtigkeit; die erstere ist das Resultat der Dichtigkeitsprüfung bei vollkommener Gleichartigkeit der raumerfüllenden Materie eines Körpers, die leztere hingegen ist es bei Ungleichartigkeit der den Körper bildenden besonderen Materien.

§. 25.

Einer andern Vorstellung zu Folge bilden die §. 20. erwähnten Grundkräfte die besonderen Materien. Indem die Materie uns erscheint, steht sie mit unserm forschenden Geiste durch die Sinne in thätiger Beziehung (was sie dem Geiste ohne die Vermittelung sinnlicher Wahrnehmung seyn würde, wissen wir nicht), sie ist also etwas Thätiges, und da wir alle Thätigkeit und Veränderungsursache durch den Ausdruck Kraft bezeichnen (vergl. §. 18.), so denkt man sich die Materie selbst als Kraft, oder als ein durch Kräfte hervorgebrachtes Seynsverhältnifs, und construirt daher (bildet in der Idee) die Materie überhaupt aus zwei entgegengesetzten Kräften, die sich durch vollkommene Einfachheit characterisiren, und in verschiedenen Verhältnissen von Wechselwirkung gedacht, die

Möglichkeit von aller Verschiedenheit der Materien sowohl, als von allen thätigen Beziehungen derselben nach aussen begründen sollen. Diese dynamische Ansicht der Natur faſst die thätige Materie als das Spiel entgegengesetzter Kräfte auf, erkennt keine Atome als lezte Theile der Materie, verwirft die Idee des leeren Raums, läſst alle Ungleichartigkeit und Verschiedenheit der Materien aus der Verschiedenheit des gegenseitigen Verhältnisses jener Kräfte, der Repulsiv- und Attractivkraft (die daher als vires primitivae, s. originariae, s. fundamentales, vgl. §. 20. bezeichnet werden) hervorgehen, und versucht es, diese Kräfte a priori (vergl. oben) abzuleiten; da indeſs die Kräfte als solche nicht unmittelbares Object seyn können, so ist die Annahme derselben streng genommen auch nicht sinnlich nachzuweisen.

1) Der Dualismus, der es unter verschiedenen Formen von jeher versucht hat, sich für die gesammte Physik zum leitenden Principe aufzuwerfen, ist in dem dynamischen System im Allgemeinen am strengsten durchgeführt; die speciellere Würdigung desselben hat stets mit mehr oder weniger Schwierigkeiten zu kämpfen gehabt. Schon Boscowich entwickelte Ansichten über die Natur, die der dynamischen nahe kommen; dasselbe that Priestley (in dessen disquisitions relating to matter and spirit. London 1778.), der eigentliche Schöpfer des dynamischen Systems war Immanuel Kant (vergl. §. 2. N. 3). Eine

speciellere Anwendung desselben auf chemische und physiologische Gegenstände versuchte ESCHENMAYER zuerst (C. A. ESCHENMAYER principia quaedam disciplinae naturali in primis Chemiae et Metaphysicae naturae substituenda. Tubing. 1796. 8. Deutsch: Tübing. 1797. 8.) und nach ihm verschiedene Naturforscher, unter denen HILDEBRANDT als derjenige genannt zu werden verdient, welcher KANTS Lehre zuerst in einem Lehrbuche der Physik (dessen dynamische Naturlehre) streng durchzuführen sich bemüht hat, und der ungenannte Verfasser des Versuchs über die organische Natur (vergl. §. 3. N. 4.), der mit vielem Scharfsinne ein ähnliches Unternehmen für die gesammte Naturwissenschaft, besonders für die Physiologie, von manchen eigenthümlichen und glücklichen Forschungsresultaten begleitet begonnen hat. Man vergl. übrigens noch SCHELLINGS allg. Deduction des dynamischen Processes, in s. Zeitschr. f. specul. Phys. I. 2. S. 110. und die Einleitung zu seiner Weltseele. Neue Auflage.

2) Sofern die Ausgedehntheit der Materie als ihre erste Eigenschaft angesehen wird, kann man auch mit einigen Schriftstellern, die Repulsivkraft als die positive (vis positiva) und die die Repulsion hemmende Attractivkraft als die negative (vis negativa) Grundkraft (der dynamischen Ansicht gemäfs) betrachten; nie kann aber die eine oder die andere der Kräfte als vollkommen frei oder für sich seyend angesehen, und noch weniger in der Natur nachgewiesen werden. Beide getrennt gedacht würden zur absoluten Leere (die Attraction nicht blofs zum physischen, sondern zum gedachten mathematischen Puncte) führen, und der Grundansicht der dynamischen

Lehre gemäſs, somit zur Beendigung der Existenz des Materiellen führen; auf gleiche Weise wie eine unendliche Theilung die Atome zernichten würde.

3) Es ist nicht zu leugnen, daſs die dynamische Ansicht die Naturerscheinungen in den meisten Fällen befriedigender erläutert, als wie die atomistische, und ihnen einen grössern Zusammenhang verschafft, aber sehr häufig ist dieses auch nur scheinbar der Fall (vergl. §. 23. N. 3.), und vor allem muſs dem (a. a. O.) gemachten Einwurfe genügend begegnet werden, wenn sie ihre Ansprüche auf den Namen einer Theorie der Natur gültig machen will. Andere Mängel der dynamischen Ansicht (so wie sie zur Zeit steht) werden wir in der Folge anzudeuten Gelegenheit haben.

§. 26.

Eine andere Ansicht der Natur, die in neueren Zeiten durch eine höhere Einung des besseren Theils der atomistischen und dynamischen Lehre hervorgegangen ist, versucht es, aus dem Unbedingten (Absoluten), wo Thätigkeit und Seyn eins sind, die Möglichkeit des Bedingten, des Daseyenden, der Materien und ihrer Verschiedenheiten nachzuweisen, und zwar durch den (noch in unserm Geiste der Möglichkeit nach vorhandenen [vergl. §. 1. u. s. f.]) Act der Selbstbetrachtung (Selbstobjectivirung, zur Selbsterkennung führend), den jene Ansicht als in dem Absoluten oder dem Göttlichen von Ewigkeit her gegeben annimmt. Sie fragt bei der Construction

der besonderen Materien nach Phänomenen, welche jenem Verhältnisse (jener inneren Freiheit und Nothwendigkeit) für die sinnliche Anschauung zum einfachsten Repräsentanten dienen, und findet sie in den Phänomenen der Schwere und des Lichtes, als Principien der auf sich gezogenen (körperlichen) Existenz, und der nach aussen gerichteten geistigen Thätigkeit des Existirenden, die aus Einem hervorgehen und in Eines wieder zurückkehren, und die in den verschiedenen Verhältnissen ihrer Entwickelung alle Verschiedenheit und Veränderung der Materien zur Folge hat.

1) Kants Grundkräfte erhalten in dieser Ansicht eine höhere, das mannigfaltige volle Leben der Welt mehr umfassende Bedeutung, und werden zugleich zu einer Einheit geführt, die in den erhabensten Ideen des menschlichen Geistes wiederkehrt. Der Gegensatz von Schwere und Licht liegt der Natur näher, als der der Anziehung und Abstossung; und durch seine Nachweisung kommt daher mehr Zusammenhang in die Erscheinungen, so wie auch die einzelnen Deutungen bestimmter geführt werden können. Indeſs ist jene philosophische Grundansicht zu den Principien des Lichtes und der Schwere nur durch Analogie gelangt. und wenn auch die damit verknüpften Vorstellungen sich als richtig bewähren sollten, so darf der vorsichtige Naturforscher doch nie vergessen, daſs Licht und Schwere nur bildliche Verständigungen jener Grundideen sind, und daſs, wenn auch von mehreren (in oft sehr abweichenden Formen) zur Grundansicht

der thätigen Natur erhoben, ihre Annahme doch immer noch hypothetisch ist. — Auch diese Ansicht im Einzelnen zu prüfen, werden wir in der Folge Gelegenheit haben.

2) Schelling ist der Schöpfer dieser neueren Naturansicht. Der Träger von Licht und Schwere, das Band, was beide in ihren Verhältnissen permanent macht, die Copula, die Weltseele, die innere Einheit jeglichen Dinges, welche auch im scheinbaren Streite der Kräfte die Harmonie der Welten sichert, und die in der Kantischen Schule nur sehr unvollkommen und dürftig durch ein Streben der Materien und ihrer Kräfte zum Gleichgewichte angedeutet wurde, diese Idee und deren Nachweisung in den Erscheinungen (die wenigstens versucht wird) ist es, welche die neuere Ansicht vortheilhaft characterisirt. — Man vergleiche: §. 2. N. 3. S. 9, 10 u. s. f. §. 3. N. 2—5. §. 25. und Kastners Grundrifs der Chemie I. Theil. Einleitung §. 2. u. s. w.

3) Setzen wir die Materie als ein selbstständiges, durch sich selbst und nicht durch fremde Inspiration thätiges Wesen; so können wir sie auch nicht aus zwei Kräften oder zwei entgegengesetzten Principien construiren. Wir sagen von unserem Geiste, dafs er Kräfte, (z. B. Verstand, Willen) besitze, aber nicht dafs er aus diesen Kräften entstehe, durch dieselben werde oder sey. Er ist mehr als blosse Kraft oder Eigenschaft, er ist ein mit gewissen Kräften oder Eigenschaften begabtes, selbstständiges Wesen. Die Kräfte der Materie sind von anderer Art, als wie die des Geistes; aber sie stehen zu der Materie in einem ähnlichen Verhältnisse, als wie jene Kräfte zu unserm Geiste. Die Unvernichtbarkeit unseres Geistes wird

uns in dem Wissen von einem selbstständigen Thätigen, im Bewufstseyn kund, und die Ueberzeugung davon beruht theils auf persönlichen, subjectiven, theils auf den §. 1. N. 1, 2. 3. berührten Verhältnissen; über die Beständigkeit der Materie und ihre Unzerstöhrbarkeit belehrt uns die gesammte Erscheinungswelt mit allen aus ihr geschöpften Erfahrungen. Ueber den Geist waltet das Schicksal, über die Materie: Gesetze niederer Nothwendigkeit.

4) Ausser den erwähnten Ansichten der Natur existiren noch verschiedene andere, die sich indefs jenen mehr oder minder anfügen, oft selbst nur weniger klar gedacht sind, wenn sie es auch nicht immer zu seyn scheinen. Hieher gehört z. B. diejenige, welche alle raumerfüllende Dinge aus Wesen entstehen läfst, die im Raume wirksam sind, ohne ihn zu erfüllen. Sie nennt diese Wesen Inponderabilien (den Gesetzen der Erdschwere nicht unterworfene), und zählt dahin z. B. das Licht, die Wärme u. s. w. Bei Untersuchung der Schwere über diese und ähnliche Annahmen ein Mehreres.

§. 27.

Der Eindruck den die verschiedenen Körper auf unsere Sinnesorgane machen, zeugt von eben so häufig begründeten verschiedenen Beschaffenheiten oder Qualitäten der Materie (Qualitates materiae). Alle Sinnesorgane dienen dazu, diese Verschiedenheiten wahrzunehmen, jegliches nach seiner eigenthümlichen Organisation (vrgl. §. 3. N. 1.); unter allen sind aber Geruch und Geschmack diejenigen, welche bei'm Gebrauch

über die Entgegengesetztheit der Qualitäten (Heterogenuität) die sich durch Anziehungsverhältnisse offenbaren und daher auch durch den Ausdruck: chemische Beschaffenheiten bezeichnet werden, die bestimmtesten und eigenthümlichsten Vorstellungen gewähren. Die übrigen Qualitäten der Dinge, welche wir mit Hülfe der Gefühls- Gehörs- und Gesichtsorgane wahrnehmen; zeigen zwar auch von gewissen Gegensätzen, aber wir gelangen zu deren Bestimmung mehr durch Schlüsse, als durch unmittelbare Empfindung.

§. 28.

Die chemischen Qualitäten der einzelnen Materien kann, wie es sich von selbst versteht, nur dann möglich werden, wenn wir diese einzelnen Materien gesondert darstellen, welches (durch [chemische] Anziehung der entgegengesetzten Qualitäten mehr oder minder verhindert) nur mit Hülfe der chemischen Zerlegung bewirkt werden kann. Diese Zerlegung oder chemische Theilung (Analysis) wird entweder (bei einigen wenigen Körpern) durch blosse Scheidung des Flüssigeren von dem Feuerbeständigeren (Fixeren) mittelst erhöheter Temperatur bewirkt, oder dadurch, daſs eine Materie von bekannter Qualität, vermöge stärkerer Anziehung zu einem oder zu mehreren Factoren eines ge-

gebenen zusammengesetzten Körpers, und vermöge der daraus folgenden Verbindung mit jenen Factoren, d. i. nach vorhergegangener Einung (Synthesis) den einen der Factoren (d. i. der einzelnen zum Bestehen des zerlegten Körpers nöthigen qualitativ verschiedenen Theile, der Bestandtheile) abscheidet. Dasselbe Verfahren mit neuen Quantitäten des zusammengesetzten Körpers und mit andern Materien von bekannter Qualität (deren Wahl sich aus dem ersten Erfolge und den begleitenden Umständen ergiebt) wiederholt, führt endlich zur Ausscheidung aller Bestandtheile des zu zerlegenden Körpers. Lassen sich diese Bestandtheile oder Educte künstlich wieder zu einem Producte vereinen, das dem zuvor zerlegten Körper gleich kommt, so ist diese Synthese die sicherste Probe für die Richtigkeit des angewandten Verfahrens.

1) Nur selten ist und zwar meistentheils nur bei künstlichen Zusammensetzungen es möglich, eine solche Bestätigung der Analyse folgen zu lassen; bei natürlichen Körpern hingegen wird sie entweder sehr erschwert oder oft gar unmöglich, weil der Experimentator theils die Umstände die bei der natürlichen Bildung und Mischung des Körpers Statt fanden, nicht in seiner Gewalt hat; theils weil oftmals die Ausscheidung der Bestandtheile mit Destructionen verknüpft ist, welche die Educte anders gebildet hervorgehen lassen, wie sie in dem Körper vor der Analyse gegeben waren, theils weil oftmals in dem Körper

noch gar keine chemisch-verschiedenen Materien als Bestandtheile existirten, sondern erst durch die Analyse, den nicht wieder abzustreiffenden chemischen Werth erhielten. Diese lezteren Fälle treten insbesondere bei organischen Körpern ein, wo höhere (auf ein Ganzes beziehende) Anziehungsgesetze statt der chemischen gegeben sind, und die durch chemische Anziehung bewirkte Zerlegung, offenbar erst chemisch-qualitative Gegensätze in den ausgeschiedenen Theilen erzeugt. Auch gründet sich das oben angeführte Verfahren der chemischen Analyse auf specifische (andere ausschliessende) Anziehungen der einzelnen Materien, die als solche nach Berthollet's neueren Untersuchungen (vergl. S. 46 unten u s. f.) nicht zu erweisen sind. Ueber den ganzen Gegenstand vergl. man S. 81 u. s. f. u. S. 152 u. s. f. in der Note von Kastner's Grundr. d. Chem. I. Th.

2) Statt des Ausdrucks einzelne oder besondere Materie, bedient man sich kürzer und richtiger des Wortes Stoff, wiewohl es einige Physiker mit dem allgemeinen Ausdrucke Materie gleichbedeutend nehmen.

3) Gestatten die ausgeschiedenen Bestandtheile noch eine fernere Zerlegung, so unterscheidet man die durch ihre Zersetzung enthaltenen Educte, von ihnen durch die Ausdrücke nähere und entfernte Bestandtheile; und wenn die lezteren nach dem gegenwärtigen Standpuncte der chemischen Analyse keine weitere Zerlegung zulassen, so nennt man sie Grundstoffe, oder chemische Elemente, wodurch indeſs keineswegs die Unmöglichkeit einer ferneren Analyse angedeutet werden soll. Vergl. a. a. O. S. 110 u. s. f. Inwiefern diese chemischen Elemente

als fixirte Zustände der Materie (vergl. §. 16. N. 1.) anzusehen sind, in der Folge.

4) Die näheren Bestandtheile organischer Körper, deren Heterogenität sehr häufig erst durch die Zerlegung herbeigeführt wurde, und die daher streng genommen nicht in dem Zustande wie die chemische Analyse sie darbietet, in den organischen Körpern (wozu sie vor der Zerlegung gehörten) existirend angenommen werden können (vergl. Bemerk. 1. dieses §.) werden auch durch den generellen Ausdruck Stoff bezeichnet, den man ihrem eigenthümlichen Namen anhängt. Z. B. Pflanzenstoffe, thierische Stoffe, Eyweifsstoff, Extractivstoff u. s. w. Sofern man indefs durch das Wort Stoff zugleich den anorganischen Werth bezeichnen will, ist es zweckmässiger dieses Anhängewort ganz wegzulassen, und nur von Eyweis etc. zu sprechen.

5) Jeder chemischen Zerlegung geht gewöhnlich eine vorläufige Prüfung mit Reagentien voran, um den einzuschlagenden Weg und die Wahl der zerlegenden Mittel bestimmen zu können. Man bezeichnet mit diesem Ausdrucke diejenigen chemischen Mischungen und Stoffe, welche zu gewissen (einem ihrer Mischungstheile oder ihnen selbst heterogenen) Mischungen oder Stoffen sehr starke Anziehung besitzen, und dieses durch mehr oder weniger schnell vertretende, sehr in die Augen fallende und die Sinnen afficirende Veränderungen verrathen. Z. B. Es werde in eine unbekannte Flüssigkeit in Wasser gelöstes blausaures Kali getröpfelt; enthält die Flüssigkeit Eisen, so wird entweder sogleich oder doch nach einiger Zeit, eine allmählig dunkeler werdende, blaue, pulverige, fein zertheilte Substanz (blausaures

vollkommen oxydirtes Eisen) die Flüssigkeit trüben, und dadurch den Eisengehalt jener unbekannt gewesene Flüssigkeit verrathen. Vergl. S. 125 des erwähnten Grundriss. d. Chem.

§. 29.

Ausser den angeführten Arten der chemischen Analyse existiren noch einige, die theils mit ihnen mehr oder weniger übereinstimmen und zu ähnlichen Resultaten führen, theils sich vortheilhaft davon unterscheiden, und wenn auch nicht allgemein angewendet, sich doch vorzugsweise durch die Reinheit der Educte welche sie liefern empfehlen. Hieher gehören zuvörderst und den beiden angegebenen Methoden am nächsten verwandt, die Vereinung beider zu einer dritten gemischten (nur in einigen Fällen brauchbar); ferner die Verbindung der Zerlegung durch chemische Anziehung heterogener Materien mit der Abscheidung des Festen (z. B. Krystallisirbaren). Von diesen gemischten nicht selbstständigen Methoden verschieden und ganz die oben berührten Vortheile gewährend, ist das auf die Entdeckungen der neueren Zeit sich stützende Verfahren; die Anziehung der Stoffe durch eine stärkere Anziehung, welche ursprünglich allen Gegensatz zu begründen scheint aufzuheben. Diese stärkere Anziehung ist die in der Folge zu erläuternde electrische, welche gehörig angebracht, die der

Möglichkeit nach vorhandenen verschiedenen Stoffe einer Mischung, mit ihrer vollkommenen Heterogenität in gesonderten Raumbegränzungen (z. B. in der Nähe der beiden gegenüber stehenden Pole einer galvanischen Säule) hervortreten läſst.

1) Man vergl. die nächstens erscheinende: Chemische Untersuchung der heissen Quellen zu Baaden bei Rastadt, von C. W. G. Kastner, wo zuerst eine solche Anwendung der Electricität, neben den gewöhnlichen Methoden der Analyse versucht wird.

2) Diese leztere Methode gestattet indeſs nur bei anorganischen wässrig-liquiden Mischungen die gehörige Anwendbarkeit; organische Körper werden dadurch zu Entwickelungen chemischer Qualitäten gebracht, die ohne Electricität nie hervorgegangen seyn würden, und daher als Producte des Verfahrens anzusehen sind.

3) Die Zerlegung organischer Körper gründet sich mehr auf Anziehung des Gleichartigen, als des Heterogenen; und kommt, als durch den in der Folge zu erläuternden Lösungsproceſs eingeleitet, einer mechanischen Auseinandersetzung oder Theilung nahe.

§. 30.

Von der chemischen Zerlegung in Bestandtheile verschieden, ist die mechanische in Theilganze, die vor der Theilung nur der Möglichkeit nach existirten, durch die Theilung selbst erst wurden, und sich von dem zuvor noch ungetheilten Körper, nach geschehener Son-

derung nur durch den veränderten Umfang unterscheiden. So gut man sich einen mathematischen Raum so getheilt vorstellen kann, daſs jeder lezterhaltene Theil, noch wieder in kleinere zerlegbar ist, (man vergl. damit Langsdorff's Raumatome §. 23. N. 1.) so läſst sich auch der physische Raum und das was ihn erfüllt als ins Unendliche zertrennbar denken; eine Trennung die wirklich ausgeführt Vernichtung der Materie zur Folge haben müſste. Die wirkliche Theilung führt hingegen nur auf Theilganze, ohne weder bei lezten Theilen (Atomen) noch bei der Vernichtung der Materie anzugelangen; die Theilungskräfte die uns zu Gebote stehen sind endlich, und die durch sie bewirkte Theilung trägt gleichen Character. Vergl. §. 22.

1) Beispiele weitgehender Theilung der Körper, gewähren das Mahlen, Zerreiben, Verdampfen, das Flüssigwerden (durch Schmelzung, Lösung und Auflösung), u, s. w. Hieher gehören als Beweise ausserordentlicher Theilung die Vergoldung, die Farbenbrühen, der Moschus, die ätherischen Oele, die Infussionsthiere, das Gespinnst des Seidenwurms, die Spinngewebe etc.

2) Sofern die Theile eines Körpers nur der Möglichkeit nach in ihm vorhanden sind, ist es auch falsch zu sagen: der Körper besteht aus Theilen. Indeſs giebt es doch Körper (z. B. die Krystalle) welche sichtbar aus mehr oder weniger für sich begränzten Theilen, die man Aggregativ-Theile nennt bestehen;

diese Körper sind aber als Zusammenhäufung mehrerer Körper, als ein Aggregat anzusehen, und nicht mit stetigen Körpermassen zu verwechseln. Das was eine solche Anlagerung begründet, ist das sich auf jeder Daseynsstufe eigenthümlich ausdrückende Bestreben, ein Ganzes darzustellen, welches z. B. im Krystall nach den einfachsten Gesetzen wach wird, und in den Organismen zur vervollkommneren Entwickelung gelangt (Vergl. §. 3.). Gerathen solche Aggregate mit natürlichen Thätigkeiten in Verhältniſs, deren Wirkung Zernichtung jenes organisirenden Principes ist, so zerfallen sie wie es dann scheint von selbst; bei Krystallen und überhaupt bei anorganisch festen Körpern, nennt man dieses Aufheben der Verbindung der Aggregativtheile (gewöhnlich von qualitativen Veränderungen begleitet) die Verwitterung, bei organischen Köpern hingegen die (mit mehr oder minder vollendeter Zerstörung des organischen Bestandes verknüpfte) Auflösung oder Fäulniſs.

§. 31.

Die allgemeinste Bedingung unter welcher alle gegenseitige materielle Einwirkung und Thätigkeitsbestimmung Statt findet, ist die Berührung; vergl. §. 3. Nr. 1. S. 15. Sie ist entweder unmittelbar gegeben oder durch Zwischenglieder vermittelt, setzt aber in beiden Fällen voraus, sofern sie von bestimmten Erfolgen (die sich sämmtlich im Allgemeinen auf Anziehungen oder Abstossungen reduciren lassen) begleitet ist, daſs die gegenseitigen sich berühren-

den Materien, den vor der Berührung gegebenen Zustand der mehr oder weniger in sich gekehrten, auf sich selbst bezogenen Existenz, relativ aufgeben und aus sich selbst hervortretend, ihre Thätigkeiten über die eigenen Gränzen erstrecken. Auch ergiebt sich hieraus ferner, dafs jedem Berührenden die Fähigkeit zuerkannt werden mufs, von aussen kommenden Aufforderungen, innerlich in verschiedenen Graden der Stärke Folge leisten zu können (vergl. §. 3. N. 4. S. 20), und dafs alle gegenseitige Einwirkung in gewissen (mefsbaren oder unmefsbaren) Formen statt findet, dafs also jedes Aufeinanderwirken zugleich ein mehr oder weniger starkes Ineinanderwirken ist. (Vergl. §. 10. u. s. f.)

§. 32.

Die Anziehung (Attractio) welche zwischen zwei oder mehreren Berührenden erfolgt, findet entweder zwischen gleichartigen Materien statt, und bezeichnet sich dann als Streben zur Bildung eines Ganzen (Affinitas aggregatorum), (welches sowohl im Entstehen als im Bestehen, eine stets wahre Thätigkeit zur Sicherung des Bestandes voraussetzt, die als Erfolg fortdauernder Anziehung den bestimmten Zusammenhang oder die Cohärenz des Körperganzen bewirkt), hieher gehören die in der

Folge näher zu untersuchenden Phänomene der Cohäsion und die Crystallisation; oder zwischen mehr oder weniger ungleichartigen Materien ohne merkliche Qualitätsänderung, wohin die Phänomene der Flächenanziehung oder Adhaesion, so wie diejenigen der Lösung (Solutio) zu zählen sind; oder zwischen ungleichartigen Materien mit merklicher Qualitätsänderung, hieher gehören die eigentlich chemischen Anziehungserscheinungen, die zusammen unter dem Ausdrucke der chemischen oder mischenden Verwandtschaft (Affinitas chemica mixtionis) begriffen und rücksichtlich ihres Erfolgs durch Einungsstreben bezeichnet werden; oder endlich zwischen einem bereits bestehenden Ganzen und mehr oder minder fremdartigen Materien, wo das Ganze jene fremdartigen Materien in sich aufnimmt, in seine Masse umwandelt, und dadurch sein Bestehen (für eine gewisse Zeit) sichert. Diese leztere Anziehung ist nur bei organischen Wesen gegeben, und bezeigt das Wesentliche des individuellen Assimilationsprocesses, der mit seinen begleitenden Phänomenen hieher gehört. Vergl. §. 3. N. 4. — Uebrigens je einfacher die sich anziehenden Materien sind, und je mehr Berührungspuncte sie darbieten; um so stärker fällt

die Anziehung aus; je zusammengesetzter, und je weniger Berührungspuncte, um so weniger.

1) Man könnte die Anziehung zwischen gleichartigen Materien als das gestaltende oder organisirende Princip der Natur bezeichnen, und dasselbe im Auge behaltend, von den einfachsten Formungen, von der Tropfenbildung bis zum Krystall, und von hier bis zum vollkommensten Organismus, die verschiedenen Momente der Thätigkeitsentwickelung jenes Princips nachweisen. Vergl. §. 3.

2) Die Lösung ist von der Auflösung (Dissolutio) dadurch verschieden, daſs sie nur diejenigen Phänomene in sich begreift, wo entweder feste mit flüssigen, oder liquide mit elastisch-flüssigen Materien sich so verbindeu, daſs das Ganze nach der Verbindung flüssig erscheint, ohne merkliche Qualitätsänderung erlitten zu haben; die Auflösung hingegen wirkliche chemische Mischung (neben der Lösung), die Ausgleichung des qualitativ Entgegengesetzten mittelst Durchdringung voraussetzt.

§. 33.

Die Phänomene der Abstossung zwischen zwei oder mehreren einzelnen Materien, sind entweder nur verminderte oder besonders modificirte Anziehungen. Z. B. Die in der Folge zu untersuchende magnetische und electrische Abstossung. Wohl aber bemerken wir abstoſsende oder auseinander treibende Kräfte in einzelnen Materien von innen heraus wirkend, und bezeichnen die hieher gehörenden Phänomene durch den

Ausdruck Elasticität, die entweder nur bei äusserem Zusammendrucke gegeben ist (und sich dann als Streben zur Wiederausdehnung zeigt) oder auch ohne denselben in steter Entwickelung begriffen (z. B. bei den Dämpfen und Luftarten) vorkommt.

§. 34.

Sofern die Wirksamkeit einer Kraft nur durch die von ihr hervorgebrachte Veränderung dargestellt werden kann, ist auch die Thätigkeit und Wirksamkeit der Naturkräfte nur insofern denkbar, als wie sie Veränderungen im Raume, oder Aenderungen des Verhältnisses eines Körpers zu einem gegebenen Raum, d. i. Bewegungen (Motus) erzeugt. Nur dort wird die Natur als Thätige erkannt, wo sie Bewegungen hervorbringt; denn wenn Veränderung eines Dinges nur durch Bewegung, Thätigkeit aber nur durch Veränderung vorstellbar ist, so folgt auch daſs Thätigkeit nur durch Bewegung gedacht werden kann.

1) Den bestimmten Raum den ein Körper einnimmt, nennen wir seinen Ort, der bloſs für sich und nur insofern als wie er diesem Körper nothwendig zukommen muſs, gedacht zu dem Begriffe des absoluten Ortes führt. Jede Ortsveränderung (Bewegung) kann aber nur vorgestellt werden, indem man den Ort des Körpers vor der Veränderung, mit dem neu zu

erlangenden Orte in Beziehung setzt, und beide Orte unterscheidet; es kann also bei Bewegungen eines Körpers nur von seinem relativen Orte die Rede seyn, ja es ist überhaupt auch ohne die Bewegung zu Hülfe zu nehmen der Fall, indem keine deutlichen Vorstellungen über den Ort eines Körpers erhalten werden können, ohne zugleich auf einen anderen Ort Rücksicht zu nehmen, oder ohne seine Lage zu bestimmen.

2) Beharrt ein Körper in seinem Orte, so gestehen wir ihm das die Bewegung verneinende, die Ruhe (Quies) zu. Auch über diese können wir uns nur durch Vergleichung mit einem anderen Orte, in den der Körper nicht übergeht, deutliche Vorstellungen machen, mithin ist auch die Ruhe nur relativ. Absolute Ruhe würde gleich absoluter Vernichtung des Körpers seyn, denn jeder Körper besteht vermöge gewisser mehr oder minder bleibend gewordener Thätigkeiten (dieselben welche zu seinem Entstehen erforderlich waren), welche weggedacht oder aufgehoben zur absoluten Ruhe, d. i. zur Vernichtung desselben führen würden.

3) Jeder Körper der seine Lage gegen andere Körper ändert, scheint in Bewegung zu seyn; er ist es aber nur insofern wirklich (Motus verus), als wie er sein Verhältniſs zu einem gegebenen Raume, seine Stelle ändert, welches bei Veränderung der Lage nicht immer Statt findet, und in diesem Falle (wo die Umgebungen des Körpers ihre Stelle und mithin ihre Lage gegen ihn ändern) nennen wir die Bewegung des Körpers eine scheinbare (Motus apparens); so wie wir auch bei der Ruhe, scheinbare und wirkliche Ruhe unterscheiden.

4) Jeder bewegte Körper kann sich entweder in dem Raume worin er sich bewegt, nur für sich selbst (Motus proprius) oder gemeinschaftlich (Motus communis) mit andern Körpern bewegen. Sehr häufig sind beide Bewegungen zugleich gegeben. Auch läſst sich denken, daſs ein Körper in einem gegebenen Raume sich so bewege, daſs alle seine möglichen Theile um eine in ihm denkbare gerade Linie (Axe) getrieben werden, und diese Art der Bewegung nennt man die wälzende (Motus rotatorius); rücken hingegen bei einem Körper nicht bloſs dessen denkbare Theile, sondern er selbst nach irgend einer Gegend hin fort, so nennen wir diese Bewegung fortschreitend (Motus progressivus). Beide Bewegungen sind bei ein und demselben Körper zugleich möglich, und wie die Erfahrung lehrt oft wirklich.

5) Der Grund der bestimmten Bewegung eines Körpers ist theils in seiner Beweglichkeit (Fähigkeit Bewegung zu empfangen, die Ruhe durch veränderte Beziehung nach Aussen mehr oder weniger aufzugeben, welches beides mit der §. 3. N. 4. S. 20 gedachten Fähigkeit: über die Gränzen hinaus thätig zu seyn, und von Aussen kommende Thätigkeit innerlich fortzusetzen zusammenfällt — Mobilitas) theils in den Bewegungskräften (Vires motrices), theils in den Lenkungskräften (Vires directrices) zu suchen.

6) So wie wir Form von Materie unterscheiden und uns jede für sich denken können, so läſst sich auch ein Unterschied zwischen Bewegung und Lenkung (Begründung bestimmter Richtung des Bewegten) festsetzen, ohnerachtet beide in der Erscheinung (wie Form und Materie) stets zusammen fallen, und daher

auch in der Mechanik nicht unterschieden und nicht auf verschiedene Kräfte zurückgeführt werden.

7) Aus dem Grunde daſs Thätigkeit nur durch Bewegung gedacht werden kann, erklärt es sich, weshalb die Mechanik diejenige Wissenschaft ist, welche zuerst allgemeine Gesetze, die auf alle nur denkbaren Kräfte in der Natur anwendbar sind, aufstellte. Hieher gehört z. B. das Neutonsche Gesetz: actioni contraria semper et aequalis est reactio — es giebt keine Naturthätigkeit ohne etwas, welches ihr entgegenwirkt; wovon wir bereits bei Bestimmung der Grundkräfte (§. 20. u. s. f.) Gebrauch gemacht haben.

8) Jede Bewegung ist stetig (continua) d. h. ein bewegter Körper kann nicht von einem Orte zum anderen gelangen, ohne alle zwischen beiden Orten in der Richtung des bewegten Körpers liegende Raumtheilchen zn durchlaufen. Nicht bloſs bei der sogenannten fortschreitenden, sondern auch bei der wälzenden Bewegung ist dieses allgemeine Gesetz der Stetigkeit gültig; denn jedes denkbare Theilchen des wälzenden Körpers durchläuft eine ununterbrochene Reihe von Raumtheilchen oder Orten, oder beschreibt eine Bahn (Weg, Via, Orbita oder Raum). Sind die Theile der Bahn, welche ein bewegter Körper durchläuft, einander durchaus gleich (gleichlang, gerarde, gekrümmt u. s. f.), so nennt man die Bewegung gleichförmig (uniformis), im entgegengesetzten Falle ungleichförmig (variatus). Jede fortschreitende aber in sich selbst zurückkehrende Bewegung, ist entweder circulirend (circulans) oder oscillirend (Schwingungsbewegung, oscillatorius).

9) Verbinden wir die Vorstellung einer (von einem

bewegten Körper durchlaufenen) Bahn, mit der dabei aufgewendeten Zeit (oder vielmehr mit denen während der Bewegung verstrichenen Zeiteinheiten, vergl. §. 21. N. 7.), so erhalten wir den Begriff der Geschwindigkeit (Celeritas, Velocitas). Die Geschwindigkeit eines bewegten Körpers bloſs für sich betrachtet, führt zu dem Begriffe der absoluten Geschwindigkeit; bestimmen wir hingegen die Geschwindigkeit mit Rücksicht auf andere Geschwindigkeiten, so ist die bestimmte eine relative Geschwindigkeit. Die relativen Geschwindigkeiten verhalten sich bei gleichmässiger Bewegung (M. aequalis), d. i. wenn der Körper in gleichen Zeiten gleiche Räume (ungleichmässige, M. inaequelis, wenn er ungleiche Räume) durchläuft, bei gleichen Zeiten wie die Räume: bezeichnen wir die Zeiten mit T und t, die Räume mit S und s, und die Geschwindigkeiten durch C und c, und setzen wir daſs $T = t$ sey, so wird $C : c = S : s$ seyn, bei gleichen Räumen umgekehrt wie die Zeiten; $S = s$; so wird $C : c = t : T = \frac{1}{T} : \frac{1}{t}$ seyn, bei ungleichen Zeiten und ungleichen Räumen; ist $C : c = \frac{S}{T} : \frac{s}{t}$. Ferner ergiebt sich hieraus, daſs sich die durchlaufenen Räume verhalten, wie die Geschwindigkeiten multiplicirt mit den Zeiten; $S = CT$, und daher auch $S : s = CT : ct$; und ferner $T : t = \frac{S}{C} : \frac{s}{c}$. Werden die Geschwindigkeiten nicht weiter bestimmt, so versteht man in der Mechanik gewöhnlich die Bahn, welche ein Körper innerhalb einer Secunde durchläuft. Die Ausdrücke geschwind und langsam, werden in

Beziehung auf bekannte zu vergleichende Geschwindigkeiten gewählt, und bei verschiedenen Körpern eben so verschieden bestimmt. Z. B. In Beziehung auf die Geschwindigkeit solcher Körper die auf der Erde fortbewegt werden, sagen wir von einer abgeschossenen Kanonenkugel, daſs sie sich geschwind bewege, während wir in Beziehung auf die Bewegung des Lichtes mit gleichem Rechte ihr eine langsame Bewegung zugestehen könnten. Denn das Licht braucht um von der Sonne zur Erde zu gelangen ohngefähr 8 Minuten; die Kanonenkugel wenn sie mit derselben Geschwindigkeit fortgienge, mit der sie die Mündung der Kanone verläſst, würde fast 25 Jahre nöthig haben, um denselben Weg zurück zulegen.

10) Die Bewegung hört auf gleichmässig zu seyn, wenn sie durch eine andere Kraft vermehrt oder vermindert wird, und ist dann entweder eine beschleunigte (acceleratus) oder verzögerte (retardatus) Bewegung, welches beides wieder auf regelmässige oder unregelmässige Art geschehen kann.

11) Ist es nur eine, Kraft welche einen Körper in Bewegung setzt, so nennen wir diese Bewegung einfach (simplex); sind mehrere Kräfte dazu nöthig, so heiſst sie zusammengesetzt (compositus). Die Richtung eines bewegten Körpers hängt von der Richtung derjenigen Kräfte ab, die ihn in Bewegung setzten, und in dieser Rücksicht ist eine Bewegung entweder geradelinigt (rectilineus) oder krummlinigt (curvilineus) vergl. §. 21. N. 6. die leztere kehrt entweder in sich selbst zurück; oder der bewegte Körper entfernt sich immer weiter (wie dieses bei der geradlinigten, wenn sie nicht gehemmt wird, unbedingt der Fall ist) von dem Ausgangspuncte.

12) Gröſse der Bewegung (Quantitas motus) ist eigentlich die Bewegung selbst, in wieweit sie einer Vermehrung oder Verminderung fähig ist, oder in wieweit wir sie durch Vergleichung mit einer anderen bekannten Bewegung zu bestimmen vermögen. Gewöhnlich versteht man aber unter Bewegungsgröſse die Kraft eines bewegten Körpers, welche dem Eindrucke gleich gerechnet werden kann, den der bewegte Körper auf einen anderen ruhenden, ihm in gerader Richtung aufstossenden Körper, machen würde, und setzt also Gröſse der Wirkung (magnitudo effectus) dem Ausdrucke: Moment oder Gröſse der Bewegung gleich. Die Bewegungsgröſse ist theils von der bewegten Masse des Körpers, theils von der Geschwindigkeit desselben abhängig. Bei gleichen Massen steht die Bewegungsgröſse im geraden Verhältnisse der Geschwindigkeiten; bei gleichen Geschwindigkeiten im Verhältnisse der Massen. Bezeichnen wir die Massen zweier bewegten Körper mit M, m; ihre Geschwindigkeiten mit C, c, und ihre Bewegungsgrössen mit Q, q und ist $M = m$, so wird $Q : q = C : c$ seyn, und ist $C = c$, $Q : q = M : m$. Hieraus ergiebt sich, daſs die Grössen zweier Bewegungen sich verhalten, wie die Producte der Massen in die Geschwindigkeiten. Mit den beiden in der vorigen Formel gedachten Körpern, werde noch ein dritter verglichen; dessen Bewegungsgröſse wir mit b bezeichnen:

$$Q : b = M : m$$
$$b : q = C : c$$
$$\overline{Q : q = MC : mc}$$

Zwei Körper von ungleicher Masse, bringen gleiche

Wirkung hervor, wenn sich ihre Geschwindigkeiten umgekehrt wie ihre Massen verhalten.

13) Jede Bewegungskraft die auf einen Körper wirkt, vertheilt sich durch dessen ganze Masse gleichförmig. Je grösser daher die Masse ist, um so kleiner wird die Wirkung der Kraft in jedem denkbaren Theile, mithin um so geringer die Geschwindigkeit des zu bewegenden Körpers seyn. Kennt man die Verhältnisse der bewegenden Kräfte und der Massen zweier Körper, so lassen sich die relativen Geschwindigkeiten derselben durch eine leichte Rechnung bestimmen, sie verhalten sich nämlich bei gleichen Kräften wie die Massen, bei gleichen Massen wie die Kräfte, und bei ungleichen Massen und Kräften, wie die Kräfte dividirt durch die Massen.

14) Zwei Bewegungen heben sich auf, wenn sie sich entgegenwirken, und wenn ihre Producte der Massen in die Geschwingkeiten einander gleich sind. Beide bewegte Körper kommen dadurch zur Ruhe, oder der ruhende Körper wird durch zwei Kräfte der Art nicht zur Bewegung gebracht, sondern in Ruhe oder Stillstand (Stasis) oder uneigentlicher in Gleichgewicht erhalten; daher führt das Product einer Masse in ihre Geschwindigkeit auch die Benennung statisches Moment. Aus dem Vorhergehenden folgt, daſs bei gleichen Massen und gleichen Geschwindigkeiten, oder auch bei ungleichen Massen und Geschwindigkeiten, wenn die Massen sich umgekehrt verhalten wie die Geschwindigkeiten, die statischen Momente zweier Bewegungen gleich sind. Neuton drückte das obige Verhältniſs zweier Bewe-

gungen allgemeiner aus durch: Pressiones aequales contrariae agentes sese mutuo destruunt; gleiche Kräfte, die einander entgegenwirkten, heben einander auf.

§. 35.

Jeder ruhende Körper bleibt in seinem Zustande der Ruhe, und jeder bewegte behält seine Bewegung bei, in derselben Richtung und mit derselben Geschwindigkeit, so lange er nicht durch Kräfte von aussen genöthigt wird, diesen Zustand zu ändern. Es ist dieses das allem Körperlichen vorschwebende Gesetz der Trägheit (vis inertiae) oder besser der Beharrung (Perseverantia) dem zufolge ein bewegter Körper seine Bewegung beibehält, auch ohne daſs die Kraft, welche ihn in Bewegung versetzte, auf ihn einzuwirken fortfährt.

1) Jenes Gesetz auch so ausgedrückt: jede Kraft ist für sich so lange thätig, bis sie eine andere in ihrer Thätigkeit hemmt, läſst sich sowohl aus dem Satze des zureichenden Grundes a priori, als wie durch alle Naturerscheinungen a posteriori nachweisen.

2) Sofern aber Trägheit eines Körpers dessen Unvermögen, sich von selbst zur Veränderung seines Zustandes zu bestimmen bezeichnet, weder aus der Bewegung zur Ruhe, noch umgekehrt, noch von irgend einer Bewegung in eine andere, insofern ist sie keineswegs als positive Eigenschaft der Natur, und somit auch nicht als selbstständig sich entwickelnde Kraft anzusehen.

3) Der Trägheit zufolge muſs die Bewegung eines Körpers beschleunigt werden (vergl. N. 10. d. v. §.), wenn die Kraft die ihn zur Bewegung veranlaſste, auf ihn einzuwirken stetig fortfährt. Bewegt sich ein Körper auf diese Weise, so werden sich die Räume (Bahnen) der Bewegung verhalten wie die Quadrate der (während der Bewegung verstrichenen) Zeiten; und mithin umgekehrt die Zeiten (der sich so bewegenden Körper oder) der Bewegungen wie die Quadratwurzeln der Räume. — Wir werden in der Folge Gelegenheit haben die beschleunigte Bewegung in den Phänomenen des Falles der Körper nachzuweisen, und versparen bis dahin (um Raum zu gewinnen) die weitere Erläuterung dieses Satzes.

4) Im leztgedachten Falle ist die beschleunigte Bewegung (sofern die bewegende Kraft stetig einzuwirken fortfährt) eine gleichförmig oder gleichbeschleunigte (uniformiter acceleratus); es läſst sich aber auch denken, daſs die bewegende Kraft nicht in jedem Zeittheilchen gleiche Wirkung ausübe, und dann nennen wir die Bewegung eine ungleich beschleunigte (inaequaliter acceleratus); so wie wir auch ungleich- und gleichverzögerte oder verminderte Bewegung (uniformiter et inaequaliter retardatus) unterscheiden können.

IV. ABSCHNITT.

NÄHERE UNTERSUCHUNG DER BEWEGUNG UND IHRER GESETZE.

§. 36.

Wäre es denkbar, daſs eine Bewegung nach allen Richtungen zugleich gienge, so würde eine solche auf die Benennung absolute Bewegung (im Gegensatz der nach einzelnen Richtungen gehenden bedingten oder relativen) Anspruch machen können. Um daher über die absolute Bewegung zu bestimmten Vorstellungen zu gelangen, sind wir genöthigt, bei ihrer empyrischen (im Endlichen gegebenen) Darstellung, ihr eine Bahn zuzuweisen, die während sie im Raume gegeben ist, die Bewegung dennoch als Unendliche erblicken läſst, und eine solche Bewegung würde diejenige seyn, welche auf einen gewissen Raum beschränkt, nach der Richtung einer Curve statt findend weder Anfang noch

Ende hat. Wirklich finden Bewegungen der Art in der Natur statt, welche von einem Puncte ausgehend wieder in denselben zurückkehren, um wieder von vorne anzufangen, und so sich ins Unendliche zu reproduciren. Wir nennen diese Bewegungen in ihrer Beziehung zur Natur organische, und diejenige der Weltkörper ist eine für uns anschaubare organische Bewegung, während die ähnliche Bewegung der einzelnen Organismen (welche den organischen Bestand derselben zur Folge hat) nur insofern sinnlich wahrgenommen wird, als wie sie mechanisch ist, d. h. als wie sie sich nur durch Einwirkung äusserer Kräfte (Potenzen) wieder reproducirt.

1) Die Art wie sich die einzelnen Glieder der Erde für uns sinnlich wahrnehmbar bewegen, ist von derjenigen der Erde selbst sehr verschieden; sie gehen von einem Puncte aus, um bei einem anderen Puncte, als wie der ist wo sie ausgiengen, wieder aufzuhören. Es sind mechanische Bewegungen, selbst wenn sie auch von Grundkräften bewirkt werden, und so in Rücksicht ihrer Entstehung auf die Benennung dynamische Bewegung Anspruch machen können. Den organischen Werth der Gesammtbewegungen des einzelnen Organismus erschliessen wir aus ihrem Leben und ihrer Selbstständigkeit, ohne ihn in den einzelnen Bewegungsverhältnissen durch Anschauung zu erkennen.

2) Jeder Organismus, als ein stets thätiges, productives Wesen, kann nur mittelst seiner Bewegunge

vorgestellt werden, mithin sind auch die Gesetze organischer Thätigkeit nur Bewegungsgesetze, und insofern scheint eine (in neueren Zeiten theils auf anderen Wegen häufig versuchte) Construction des Organismus a priori möglich. Wären wir z. B. im Stande, in folgender Formel für die Ellipse $y^2 = px - \frac{px^2}{a}$, mittelst der Erfahrung die beiden Grössen p und a anzugeben, so würden wir die Organisation a priori construiren können; während wir jetzt, wo wir von der innern Thätigkeit des Organismus nichts zur Anschauung erhalten, entweder zu nie sicheren Analogien die Zuflucht nehmen, oder die unbestimmten Grössen in jener Formel für immer unbestimmt lassen müssen.

3) In Rücksicht auf Organisation können wir auch innere und äussere Bewegung gestatten. Wenn z. B. der Sinnesnerve ohne merkbare äussere Veränderung zu einem ganz anderen Daseynsverhältniſs gelangt, als wie er zuvor besaſs, so können wir dieses einer inneren Bewegung zuschreiben; jedoch ist dieser Unterschied immer mehr oder weniger bildlich, und man kann dann auch mit gleichem Rechte von der Bewegung des Geistes, z. B. vom Denken zum Wollen etc.; als von innerer Bewegung sprechen.

4) Eine unendliche Bewegung kann in der Anschauung nicht als geradlinigte dargestellt werden; weil sie wie eine auf einen bestimmten Raum eingeschränkte gerade Linie, nothwendig Anfang und Ende haben muſs.

§. 37.

Jede krummlinigte Bewegung ist von zwei Richtung ertheilenden Kräften, und von der ursprünglichen Beweglichkeit des zu Bewegenden abhängig. Eine der Richtung ertheilenden Kräfte, treibt den beweglichen Punct nach der Richtung irgend einer geraden Linie, während ihm die andere eine Richtung giebt, welche einer auf jener senkrecht gehenden Linie mehr oder weniger entspricht. Die Centralbewegnng ist eine solche krummlinigte Bewegung um einen Mittelpunct (Centrum) herum, wobei man sich vorstellen kann, dafs der bewegte Körper durch zwei Kräfte gelenkt werde, wovon ihn die eine nach der Tangente der krummen Linie, die andere ununterbrochen nach dem Mittelpuncte treibt. Dieser Vorstellung gemäfs nennt man die eine der lenkenden Kräfte Tangential- oder Centrifugalkraft, die andere Centripetal- oder Normalkraft, und denkt sich jede derselben als stetig wirkende (Central-) Kräfte.

1) Um die unendliche Bewegung als im Raume vorhanden darzustellen, müssen wir die sie begründenden Kräfte (die Centralkräfte und die Trägheit) als unendlich aber im bestimmten Raume wirkend annehmen, mithin die Centrifugalkraft so stark wie die Centripetalkraft setzen, zugleich aber auch als ausser einander oder abwechselnd nach einander wirkend vorstellen, wenn sich beide nicht aufheben sollen.

Die Bahn welche ein Körper durchläuft, wenn beide ausser einander liegende Centralkräfte so wirken, dafs ihre Summe in dem einen Moment der Bewegung, gleich sey ihrer Summe in jedem anderen Momente, ist eine Ellipse. Denken wir uns nemlich beide Centralkräfte lägen (Fig. 1.) in D und E, und der sich bewegende Körper in F, so soll die Summe der Wirkungen beider Kräfte auf diesen Körper eben so grofs seyn, als in jedem anderen Puncte der Bewegung, z. B. in G. Drücken wir nun die Stärke beider Kräfte durch die beiden Linien aus, die von D und F auf den sich bewegenden Körper gezogen werden, z. B. durch DF und EF, DG und EG; so mufs die Summe zweier in einem Puncte sich vereinigenden Linien gleich seyn der Summe jeder zwei ähnlichen Linien, wenn die Summe der Kräfte in D und E überall gleich seyn soll; $DF + EF = DG + EG = DH + EH$. Ziehen wir nun sofort Linien aus D und E, wovon jedes Paar einem jeden (denkbaren) anderen Paare gleich ist, so liegen die Vereinigungspuncte aller dieser Linien in der Peripherie einer Ellipse, AFGHB, in deren Brennpuncte die beiden Centralkräfte liegen. Die Bahn für die im (beschränkten) Raume, im Endlichen sich darstellende Bewegung, ist dem Vorhergehenden zufolge also die Ellipse, und nicht der Cirkel, ohnerachtet beide unendliche, in sich selbst zurücklaufende Linien sind, deren Anfangspunct zugleich ihr Endpunct ist. Vergl. §. 37.

2) Man kann die elliptische Bewegung als die primitive, und die Kreisbewegung, die parabolische, die hyperbolische und geradlinigte (so wie die Wurf- und Pendelbewegung und die Bewegung frei fallender

Körper) als aus derselben entstandene (aus der Ellipse construirbar) betrachten. Denken wir uns einen Kegel nach allen möglichen Richtungen durchschnitten, so stellen uns die Umrisse der durch die Durchschnitte entstandenen Flächen, jene verschiedenen Linien dar, die man Kegelschnitte nennt (worunter hier wiewohl gegen den Sprachgebrauch der Mathematik auch der Kreis und in gewisser Hinsicht auch die gerade Linie mit begriffen ist). Man kann sich also die Entstehung aller Kegelschnitte dadurch denken, daſs man eine Fläche um einen fixen Punct an der Seite eines Kegels nach allen möglichen Richtungen (d. i. in einem Kreise) sich bewegen und in jeder Richtung (in jedem Kreispuncte) den Kegel durchschneiden läſst. Hieraus erhellt, da die Bahn der bewegenden Fläche, und mithin alle Puncte, durch welche die verschiedenen Lagen der Kegeldurchschnitte bestimmt werden, stetig mit einander vereinigt sind, auch die Kegelschnitte selbst (sofern sie blos von der Lage der Durchschnittsflächen, mithin von der Lage der Puncte in der Peripherie der Kreislinie bestimmt werden) allmählig und in einer stetigen Reihe, und also nach einer gewissen Regel in einander übergehen. Die Verschiedenheit aller möglichen Kegelschnitte (nach der Art wie sie uns in der Mathematik demonstrirt werden), welche auf erwähnte Weise entstehen, beruhet mithin nur auf der Verschiedenheit des Verhältnisses zwischen der Figur und einer beständigen Linie, dem Parameter (oder wenn die beständige Linie schon festgesetzt ist, nur auf der verschiedenen Gröſse der grossen Axe). Nehmen wir also die oben gegebene Formel für die Ellipse, als die Grundformel an; so müssen

die Formeln für alle übrigen Kegelschnitte blofs daraus entspringen, dafs wir dem a (jener Grundformel) welches die Grösse der grossen Axe ausdrückt, alle möglichen Werthe beilegen. So entspringt nun aus der angeführten Grundformel folgende für den Cirkel, wenn wir a = p setzen; denn in diesem Falle wird $y^2 = ax - \frac{ax^2}{a} = ax - x2$; für die Parabel, wenn wir $a = \infty$ annehmen; denn hier ist $y^2 = px - \frac{px^2}{\infty} = px - o = px$; für die Hyperbel, wenn wir $a = \infty + m$; oder a (in unserer Construction gleichfalls jede beliebige Grösse bedeutend) an die Stelle von m setzen und also $a = \infty + a$ annehmen: denn nun ist $y^2 = px - \frac{px^2}{\infty + a}$, welche Gleichung der Gleichung für die Hyperbel gleich ist. Denn wenn $\frac{px^2}{\infty} = o$, so ist $\frac{px^2}{\infty + a}$ eine negative Grösse, und zwar $= \frac{px^2}{-a}$, mithin ist hier $y^2 = px - \frac{px^2}{-a} = px + \frac{px^2}{a}$. Die Hyperbel ist also ein Kegelschnitt, in dem die grosse Axe grösser ist, als unendlich grofs; für die gerade Linie endlich, wenn $a = \infty + \infty$ gesetzt wird; denn in diesem Falle ist $a = px$, mithin $y^2 = px - \frac{px^2}{px} = px - px = o$. Auf ähnliche Weise wie wir hier alle möglichen Kegelschnitte, als Linien, dadurch construirt haben, dafs wir dem a alle möglichen Werthe beilegten, eben so können wir auch, alle möglichen Kegelschnitte als Bahnen von Bewegungen, dadurch construiren, dafs wir von den beiden Kräften, welche die Bahnen jener Bewegungen bestimmen, der einen

alle möglichen Grade beilegen, d. h. so wie wir die Kegelschnitte mathematisch construirt haben, eben so lassen sie sich auch dynamisch construiren. Nehmen wir an, eine absolute Attractivkraft und eine absolute Repulsivkraft wirkte aus zwei verschiedenen Puncten D und E der oben erwähnten Figur, auf einen (ausser der zwischen den beiden Puncten gezogenen geraden Linien liegenden) Körper z. B. in F, der sich vermöge seiner Trägheit nach einer unbestimmten Richtung bereits bewegt, und dem jene beiden Lenkkräfte eine bestimmte Richtung ertheilen. (Beide Kräfte als absolute, können von keiner dritten beschränkt werden, mithin kann auch ihre Summe nicht vermindert werden, sondern die eine muſs, wenn das Verhältniſs zwischen ihnen gestört wird, immer das gewinnen, was ihre entgegengesetzte verliert.) Drückt man nun die Stärke beider Kräfte durch die Linien aus, die man von den beiden Puncten D und E, auf denjenigen Punct zieht, in welchem sich ihre Wirkung vereinigt, auf die Puncte A, F, G, I, H, wo der sich bewegende Körper in den verschiedenen Momenten seiner Bewegung sich befindet; so wird ein jedes Paar dieser Linien, z. B. $DE + EF$, einen jedem anderen Paare z. B. $DA + DB = DF + EF = DG + EG = DI + EI = DH + EH = EB + EA$ gleich seyn, und die Puncte, worin sich alle diese Paare vereinigen, werden in einer Ellipse liegen, woraus sich für die elliptische Bewegung folgendes Princip ergiebt: Wirken beide oben genannten Kräfte auf einen sich bewegenden Körper so, daſs die eine überall so viel zunimmt, um wieviel ihre entgegengesetzte abnimmt (doch so, daſs keine von beiden absolut

(d. i. ins Unendliche) vermindert wird; so bewegt sich der Körper in einer Ellipse, in deren Brennpuncte die Attractiv- und Repulsivkraft liegen. Ist nun aber die Ellipse endlich, so müssen die Linien DF und EF, folglich (da DF + EF = DA + DB = AB = a,) in der obigen Formel für die Ellipse (vergl. §. 37. N. 2.) a eine bestimmte Grösse haben, woraus sich nun für die übrigen Bewegungsarten, folgende Grundsätze ableiten lassen. 1) Für die Kreisbewegung: Wirken beide Grundkräfte so, daſs sie in jedem Bewegungsmomente gleich bleiben; so wird DF = FE = DG = EG u. s. f. und a wird = p; es entsteht eine Kreisbewegung. 2) Für die parabolische Bewegung: Die eine Kraft wirke unendlich; so wird eine von beiden Linien, DF oder EF, unendlich groſs, und daher a = ∞; die Bewegung geschieht in einer Parabel. 3) Für die hyperbolische Bewegung: Die eine Kraft wachse ins Unendliche, während die andere ins Unendliche abnimmt; so wird die eine von beiden Linien, DF oder EF, nicht nur unendlich groſs, sondern sie erhält noch einen Zusatz über das Unendliche: und daher ist nicht nur a = ∞ (wie bei der Parabel) sondern a = ∞ + a; die Bewegung ist hyperbolisch. 4) Für die geradlinigte Bewegung: Die eine Kraft sey unendlieh groſs, die andere unendlich klein; so erhält die eine der Linien DF oder EF nicht nur einen Zusatz zu ihrer unendlichen Grösse, sondern dieser Zusatz wird dann selbst unendlich groſs, und in diesem Falle wird nicht nur a = ∞ + a, sondern a = ∞ + ∞, und die Bahn der Bewegung geradlinigt. — Dem lezten Grundsatze gemäſs ist jede geradlinigte (freie) Bewegung, eine

in Richtung und Energie ununterbrochene, anhaltende; jede Bewegung von welcher man dieses nicht behaupten kann ist krummlinigt (die man gewöhnlich der Anschaulichkeit und Begreifbarkeit wegen als gebrochene construirt, welcher Construction Langsdorff durch seine Raumatome zu Hülfe zu kommen suchte) woraus der Satz folgt, dafs es in der Natur keine geradlinigte freie Bewegung giebt. Vergl. Versuch über die organische Natur etc. S. 447 etc. Beiträge zur Prüfung des lezten Satzes, werden uns die in der Folge vorkommenden Untersuchungen der Krystallisation und des Magnetismus gewähren.

3) Die gerade Linie, welche man vom Mittelpuncte nach jedem denkbaren Puncte der krummen Bahn einer Centralbewegung ziehen, und als um den festen Mittelpunct sich herumbewegend denken kann (Radius Vector) ist stets der Halbmesser oder die Normallinie. Nur bei der Kreisbahn ist der Radius Vector sich stets gleich, bei anderen krummen Linien mufs er bald kürzer bald länger gedacht werden; übrigens beschreibt er bei krummlinigten Bewegungen in gleichen Zeiten immer gleiche Flächenräume, woraus sich ergiebt, dafs bei der Kreisbewegung die respectiven Theile der Bahn, deren Zeiten sich gleichen, sich selbst gleich sind, oder dafs die Bewegung mit gleicher Geschwindigkeit von Statten geht; bei jeder anderen krummlinigten Bahn hingegen, nimmt die Grösse der Bestandtheile (mithin auch die Geschwindigkeit) in dem Maase zu, wie sie dem Bewegungs-Mittelpuncte näher liegen, und umgekehrt ab, je weiter sie davon entfernt sind. Die Geschwindigkeiten verhalten sich also umgekehrt, wie

die Entfernungen vom Mittelpuncte. Ein Gesetz welches der unsterbliche KEPPLER bei der Entdeckung der elliptischen Bahnen der Planeten sich bestätigen sah, indem bei jeder elliptischen Bahn, die Anziehung des in ihr bewegten Körpers zum Mittelpunct der Bewegung, sich umgekehrt verhält wie das Quadrat der Entfernung; oder daſs wenn jene Anziehung im benannten Verhältnisse steht, die Bahn eine Ellipse bilden muſs. Bei der Untersuchung der Bahnen der Weltkörper werden wir Gebrauch von diesem Gesetze machen.

4) Dem obigen Gesetze für die Centralbewegung, fügen wir noch folgende bei, die meistentheils aus VAN SWINDEN's Positiones physicae genommen, von E. G. FISCHER (vergl. GREN's Naturlehre 5te Aufl. S. 51 etc.) sowohl im Ausdrucke als in den Beweisen neuerlichst bedeutend verbessert sind. 1) Die Umlaufszeiten jeder zwei kreisförmigen Centralbewegungen verhalten sich wie die Halbmesser, dividirt durch die Geschwindigkeiten. 2) Unter eben den Voraussetzungen, verhalten sich die Geschwindigkeiten, wie die Halbmesser, dividirt durch die Umlaufszeiten; und die Halbmesser verhalten sich, wie die Geschwindigkeiten multiplicirt mit den Umlaufszeiten. 3) Die Centralkraft eines Körpers bei der Bewegung im Kreise, ist gleich dem Quadrate der Geschwindigkeit, dividirt durch den Durchmesser des Kreises. 4) Wenn zwei Körper in Kreisen von verschiedenen Durchmessern gleiche Umlaufszeiten haben, so verhalten sich ihre beschleunigenden Cen-

tralkräfte, wie die Halbmesser der Kreise. 5) Wenn sich zwei Körper mit ungleichen Geschwindigkeiten in gleichen Kreisen bewegen, so verhalten sich die beschleunigenden Centralkräfte, wie die Quadrate der Geschwindigkeiten. 6) Wenn zwei Körper in ungleichen Kreisen mit gleicher Geschwingkeit bewegt werden (also nicht gleiche Umlaufszeiten haben), so verhalten sich die beschleunigenden Centralkräfte umgekehrt wie die Halbmesser der Kreise. 7) Wenn sich zwei Körper in ungleichen Kreisen bewegen, und ungleiche Umlaufszeiten haben, so verhalten sich ihre beschleunigenden Centralkräfte wie die Halbmesser dividirt durch die Quadrate der Umlaufszeiten. 8) Wenn' sich die Quadrate der Umlaufszeiten wie die Würfel der Halbmesser verhalten, so verhalten sich die Centralkräfte, verkehrt wie Quadrate der Halbmesser. Vergl. a. a. O.

5) Mit Hülfe der Schwungmaschine kann man die Wirkung der Centrifugialkraft (vergl. §. 37.) deutlicher machen. Die central (d. i. in einem Durchmesser) durchborten Kugeln, werden auf eine glatte stählerne Stange geschoben, die horizontal über einem Durchmesser des horizontallaufenden Schwungrades liegt. Wird die Kugel genau in den Mittelpunct des Schwungrades gelegt, so bleibt sie auch beim heftigsten Umdrehen ruhig; ausser dem Mittelpuncte hingegen gelegt, wird sie (unter übrigens gleichen Umständen) der Beharrung (Trägheit) zufolge eine beschleunigte Bewegung erhalten, welche

sie endlich mit einer grösseren Geschwindigkeit fortzutreiben strebt, als wie die Geschwindigkeit des gedachten Rades selbst ist, wo sie dann auf dem (ihrem freien Laufe zum Hindernisse dienenden) Stabe, nach dem Umfange des Rades hingleiten und sich in der Richtung der Centrifugialkraft bewegen wird. Indeſs erläutert dieser Versuch doch mehr die Wirkung bewegter Körper bei gleichen oder ungleichen Massen, und bei gleicher oder ungleicher Geschwindigkeit, als die Centralbewegung selbst. Um zu den obigen Gesetzen der Kreisbewegung zu gelangen, muſs man in den Stand gesetzt seyn, zwei oder mehrere von ein und derselben Centralkraft hervorgebrachte Kreisbewegungen vergleichen zu können. Läſst man z. B. zwei an Fäden befestigte Körper, in kleinen Kreisen von verschiedenen Durchmessern schwingen, so sind die Umlaufszeiten gleich, woraus das unten (vergl. N. 4.) ausgesprochene Gesetz folgt. — Auch die §. 34. in Beziehung des Lehrsatzes, daſs die Bewegungsgrössen sich verhalten wie die Producte der Massen in die Geschwindigkeiten, aufgestellten Gesetze, lassen sich mittelst der Schwungmaschine anschaunlich machen, wenn man je zwei central durchborte auf die Stange geschobene Kugeln, an Häckchen durch einen horizontalliegenden Faden verbindet, und nun das Schwungrad in Bewegung setzt, und zwar a) bei zwei Kugeln von gleicher Masse und gleicher Entfernung vom Mittelpuncte, die bei der Umdrehung gleiche Geschwindigkeiten erlangen, und endlich wenn die Bewegungsgrössen mit der Haltbarkeit des Fadens ausser Verhältniſs kommen, auseinander getrieben werden; b) bei Kugeln von ungleicher Masse und ungleicher Entfernung,

erhält die entferntere eine grössere Geschwindigkeit, beide fahren auseinander, und die langsamer laufende wird dabei von der anderen nach aussen gehenden um etwas mit fortgerissen; c) bei ungleicher Masse und gleicher Entfernnng, fährt die grössere nach aussen, die kleinere nach sich reissend; d) bei ungleicher Masse, und einer Entfernung der zufolge die kleinere um soviel entfernter vom Mittelpuncte steht, als wie nöthig ist, um das durch grössere Geschwindigkeit zu ersetzen, was die (nähere) grössere an Masse gewonnen hat, werden beide Kugeln einander hemmen, und endlich nach überwundenem Zusammenhalt des Fadens, auseinander fahren; e) wird in dem lezteren Falle die kleinere Kugel noch mehr entfernt gestellt, so wird ihre Bewegungsgrösse stärker als wie die der grösseren, sie fährt nach aussen die grössere nach sich ziehend. (Vergl. Hildebrand's dynam. Naturl. S. 60 u. s. f.)

6) Den Raum durch welchen sich die in Bewegung gesetzten Körper fortbewegen, nennt man auch das Mittel (Medium). Hindert dasselbe die Bewegung auf einerlei Weise, so heiſst es ein freies oder leeres Mittel (Medium liberum, vacuum); im entgegengesetzten Falle, ein Widerstand leistendes Mittel (Medium resistens).

§. 38.

Jedes Mittel (Medium) leistet dem in ihm bewegten Körper Widerstand (Resistentia), der entweder bloſs durch die Raum erfüllende Kraft (Widerstand des Mittels schlechthin genannt) des Mittels, oder zugleich durch andere

auf dasselbe einwirkende Kräfte (z. B. durch die Schwere als Anziehung zum Mittelpuncte der Erde) bewirkt wird. Im ersteren Falle betrachtet man das Medium als ruhend, im anderen als bewegt.

§. 39.

Alles Widerstand leistende, hindert entweder bloſs die Bewegung bewegter Körper, oder hebt sie völlig auf. Beides kann sowohl durch ruhende als durch bewegte Mittel geschehen, und für den lezteren Fall ist entweder die Widerstand leistende Bewegung gerade entgegengesetzt, und bei gehöriger Grösse dadurch die Bewegung des entgegenkommenden Körpers aufhebend, oder schief entgegen wirkend, mit der Richtung des anderen Körpers einen Winkel bildend. Sind beide entgegengesetzten Bewegungen in Rücksicht der Grössen gleich, so werden beide gegenseitig aufgehoben, ihre Bewegung wird = o, und beide kommen zur Ruhe. Denn jede den Widerstand überwindende Kraft, verliert so viel von ihrer Grösse, als wie die Grösse des Widerstandes beträgt. Bei verschiedener Bewegungsgrösse der sich gegen einander bewegenden Körper hingegen, wird der Körper mit kleineren Momenten, sich nach der Richtung des anderen mit einer Kraft fortbewegen, die dem anderen als bewegende Kraft, nach Abzug der Grösse des

Widerstandes, welchen er durch gleichen Kraftaufwand überwinden mufste, noch übrig bleibt.

1) Jede Verminderung einer Kraft durch ihre Wirkung auf einen Körper, nennen wir (das Verhältnifs beider dadurch bezeichnend) Gegenwirkung (Reactio) des Körpers, und der Satz Wirkung und Gegenwirkung sind einander gleich, heifst soviel als die Kraft verliert so viel von ihrer Stärke, als auf ihre Wirkung verwendet wurde. Verschiedene Phänomene, z. B. dafs eine an ihrem Faden hängende Spinne unverlezt bleibt, von einem Schlag der ein grösseres Thier (z. B. eine Maus) tödtet, oder eine Pflaumfeder durch einen Schlag von bestimmter Stärke nicht so weit getrieben werden kann, als wie eine Bleikugel, haben falsch verstanden zu der unrichtigen Folgerung geführt, dafs man nur so viel auf einen Körper wirken könne, als wie er Widerstand zu leisten vermag.

2) Als Beispiel einer gerade entgegenwirkenden und dadurch Widerstand leistenden Kraft, kann die (in der Folge näher zu untersuchende) Schwere bei allen von der Erde fort bewegten Körpern angeführt werden.

§. 40.

Setzt sich einem bewegten Körper, sogleich beim Anfange seiner Bewegung ein anderer (Widerstandleistender) Körper entgegen, so entsteht Druck (Pressio), und zwar gegenseitiger Druck, wenn beide Körper durch bewegende Kräfte gegen einander getrieben werden, oder

einseitiger Druck, wenn der eine von diesen Körpern sich ruhend verhält; in dem lezteren Falle unterscheiden wir den drückenden Körper (premens) von dem gedrückten (pressum).

1) Der Druck ist entweder stetig (continuirlich, continua) oder unterbrochen (discontinuirlich, mutabilis, interrupta). Zu der ersteren Art gehört das Pressen, wo der Druck bei unveränderten Berührungspuncten bleibend ist und das Strecken zwischen Walzen, Drathziehen u. s. w., wo der Druck zwar bleibend ist, aber die Berührungspuncte stets wechseln; zur lezteren Art das Hämmern etc. Bei festen Körpern wird der gedruckte Körper entweder in Rücksicht seiner Masse verändert (z. B. verdichtet) oder zerrissen, und so dem drückenden Körper aus dem Wege geschafft; oder unzerrissen fortgetrieben; bei flüssigen Körpern wird entweder der gedruckte Körper fortgetrieben z. B. bei eingeschlossenen Flüssigkeiten mittelst eines Stempels, oder durch Trennung zum Ausweichen gebracht. Die nähere Untersuchung dieser verschiedenen Arten des Drucks, so wie die des Gegendrucks in der Folge.

2) Der Druck wird entweder durch die Macht des Zusammenhanges (Cohärenz), und durch die Unverschiebbarkeit der Aggregativtheile, oder durch das in dem gedrückten Körper mehr oder weniger mögliche Streben zur Wiederausdehnung (Elasticität §. 33.), welches bei zunehmendem Drucke wächst gehemmt. Bei jedem gehemmten Drucke, wirkt dennoch die Druckkraft stetig fort, und bezeugt dieses dadurch, daſs sie bei nachgelassenem Widerstande Bewegungen veranlaſst. Ist hingegen die stetige Druckkraft gegen

einen ruhenden nicht ausweichenden Körper (z. B. gegen eine unverschiebbare Unterlage) gerichtet, so erfolgt keine Bewegung und der Widerstand des ruhenden Körpers ist dann stets der Druckkraft gleich.

3) Verschiedene Beschaffenheit und verschiedene Grade von Elasticität bewirken auch Verschiedenheit des Widerstandes der Mittel. — Jeder bewegte Körper, der das Mittel vor sich hin oder aus einander treibt, verliert in jedem Theile seiner Bahn so viel von seiner Bewegungsgrösse, als die Masse des zu bewegenden Mittels mit der Geschwindigkeit ausmacht, welche der des Körpers gleich ist; denkt man sich diese Verminderung eine Zeit hindurch fortschreitend, so erhellt, dafs endlich nur noch ein so kleines Moment übrig bleibt, welches durch etwas neu hinzugekommenen Widerstand ganz aufgehoben, und so die Bewegung des Körpers vollkommen gehemmt wird.

4) Es läfst sich denken, dafs der continuirliche Druck nach mehreren Richtungen zugleich aber so gegeben sey, dafs diese Richtungen sich stets ändern; man nennt diese Art des Druckes Reibung oder Friction (Frictio), und der Nachtheile ohnerachtet, die sie bei verschiedenen Maschinen mit sich führt, zieht man von ihr sowohl im gemeinen Leben, als auch bei mehreren Maschinen bedeutende Vortheile. Eigentliche Reibung findet nur bei rauhen Flächen fester Körper statt, gewöhnlich werden aber auch die in der Folge zu untersuchenden Phänomene der Flächenanziehung hieher gerechnet. In dem Maase wie Rauhigkeit und der gegenseitige Druck zunimmt, wächst auch die eigentliche Reibung, aber die durch Anziehung bewirkte nimmt

umgekehrt mit der Glätte der sich berührenden Flächen zu. Ausserdem ist die Grösse der Reibung von der Grösse der Flächen (z. B. der Fallschirm, Parachûte), von der Geschwindigkeit der bewegten Körper, von der Beschaffenheit der Materien (gleichartige Materie z. B Stahl auf Stahl reiben sich stärker, als Stahl auf Messing) und davon abhängig, ob die Reibung gleitend oder wälzend statt findet; wo im ersteren Falle z. B. beim Abgleiten einer erhaben gekrümmten Fläche an einer gleichmässig vertieft gekrümmten etc., die Reibung sowohl die durch Rauhigkeit als durch die durch Anziehung bewirkte, stets stärker als im lezteren ist, weil sich hier weit weniger Berührungspuncte (bei der Kugel z. B. nur ein Punct) treffen. Mit Hülfe der Tribometer oder Reibungsmesser bestimmt man unvollkommen in wenigen Fällen die Grösse des durch Reibung bewirkten Wiederstandes. Desaguliers und Musschenbroek haben dergleichen angegeben; dasjenige des lezteren besteht aus einer hölzernen Welle mit stählerner Axe, deren Enden oder Zapfen in Zapfenlager von verschiedenen Materien gelegt werden kann, und wo zu beiden Seiten des Umfangs der Welle Gewichte herab hängen. Versuche zeigen wieviel Uebergewicht nöthig ist, um die Welle nach einer Seite herumzudrehen, d. i. die Reibung zu überwinden. Ist der Halbmesser der Welle 20 mal grösser, als der eines Zapfens, so ist die Reibung gleich zu schätzen, dem 20 fachen der Ueberwucht, die am Umfange der Welle hängt. Uebrigens vermindert man die Reibung durch möglichste Beseitigung der oben angeführten Umstände, die ihre Grösse vermehren. Die (nicht stark haftende) Schmiere

das Fett, oder weiche pulvrige Substanzen z. B. Reissblei (Plumbago), verhindern die unmittelbare Berührung und erhöhen zugleich die Verschiebbarkeit der Berührungspuncte. — Der Widerstand eines flüssigen Mittels verhält sich (bei vollkommen gleichen Umständen) wie das Quadrat der Geschwindigkeit des bewegten Körpers, vergl. §. 34. N. 12. (wenn nicht andere Kräfte, z. B. Elasticität der Luft gegen fallende oder andere zusammendrückende Körper, den Widerstand vermehren) indem der Widerstand der gleichen Massen sich wie diese Geschwindigkeit verhalten muſs, und die Grösse der Masse des in Bewegung gesetzten Mittels, mit der Geschwindigkeit im geraden Verhältnisse steht. Uebrigens wird die Stärke des Widerstandes der Mittel, hauptsächlich durch das Maas ihrer Dichtigkeit und Flüssigkeit bestimmt. So z. B. ist der Widerstand der Luft gegen sehr dichte Körper verhältniſsmässig nur geringe, hingegen gegen minder dichte oder gegen sehr leichte Körper oftmals bedeutend genug, um die Bewegung derselben (z. B. des Falls) beträchtlich zu hindern. Versuche mit der Luftpumpe werden uns in der Folge zeigen, daſs wenn wir durch starke Verdünnung der Luft, ihren Widerstand auch gegen sehr dünne Körper schwächen, diese dann mit den dichteren z. B. Gold und eine Pflaumenfeder, von nicht sehr beträchtlichen Höhen in gleicher Zeit herabfallen. — Eine Münze und ein Stück Kork- oder Pantoffelholz auf einer feinen Waage gegenseitig ins Gleichgewicht gebracht, wird unter dem Recipienten der Luftpumpe, nach weggenommener Luft zur Störung des Gleichgewichts kommen, und die Schaale mit dem Korkholze herabsinken, indem der durch

Luftverdünnung beseitigte Widerstand für das Korkholz viel, für das Metall sehr wenig ausmacht. — Vergl. J. J. Precht's Vers. zur Bestimmung des absoluten Widerstandes, den eine in der Luft auf die Richtung ihrer Bewegung senkrechte Fläche erleidet, in Gilbert's Annal. d. Phys. XXIII. 2. 131. u. s. f.

§. 41.

Wird ein in bestimmter Richtung bewegter Körper auf irgend eine Weise gehemmt, so nennen wir den dabei (vermöge seiner Masse und Geschwindigkeit) eintretenden Druck und die zugleich stattfindende Mittheilung der Bewegung Stoſs (Percussio, Ictus). Wir unterscheiden dabei den eine gewisse Bewegungsgrösse besitzenden stossenden Körper (percutiens) von dem gestossenen (percussum), in welchen ein Theil jener Bewegungsgrösse übergeht. Vergl. §. 34. N. 13. Der Erfahrung gemäſs, sind die dabei vorkommenden Erscheinungen, unter übrigens gleichen Umständen nach der eigenthümlichen Beschaffenheit der Körper verschieden, und vorzüglich nach Maasgabe der Härte oder Unfähigkeit sich durch äussere Gewalt zusammen drücken zu lassen, der Weiche und der Elasticität, vergl. §. 33. Auch muſs die Richtung unter welcher der Stoſs statt findet genau bemerkt werden, wenn über seinen Erfolg gehörig geurtheilt werden soll. In dieser Rücksicht

unterscheidet man den centralen Stofs (d. i. derjenige wo der Mittelpunct der Masse des gestossenen Körpers genau in der Bahn liegt, worin der Mittelpunct des stossenden fortwirkt), wo der gestossene Körper die Einwirkung der ganzen Bewegungsgrösse des stossenden erleidet, der zugleich als gerader Stofs betrachtet wird, wenn er gegen eine Ebene senkrecht (unter einem rechten Winkel) geht, hingegen schief ist, wenn er gegen die Ebene unter einem schiefen Winkel statt findet, von dem nicht in der Richtung des Mittelpuncts gegebenen Stosse, der einen Theil des gestossenen Körpers ausser der Richtung seines Mittelpunctes trifft, und eigentlich nur diesen Theil in Bewegung zu setzen strebt. Hängt dieser Theil stark genug mit den übrigen Theilen des Körpers zusammen, so zieht er diese mit sich fort; im entgegengesetzten Falle, wenn die Kraft des Zusammenhanges kleiner ist, als die zur Bewegung der übrigen Theile erforderliche, so zerreifst der gestossene Körper, und der bewegte Körper geht mit einer Kraft fort, die gleich der bewegenden Kraft weniger der Kraft des Zusammenhanges ist, während der übrige Antheil unbewegt liegen bleibt. Vergl. §. 30.

1) Die Grösse der zur Bewegung jener übrigen Theile erforderlicher Kraft, hängt zum Theil von der

Geschwindigkeit die sie bekommen sollen, theils von ihrer Masse ab; weshalb derselbe Körper oftmals bei einer grösseren Kraft zerreifst, während er bei der geringeren ungetheilt bleibt, und bei derselben einwirkenden Stofskraft kann ein Körper von geringer Dichtigkeit unverletzt bleiben, während er bei vermehrter Masse zertrennt wird. Positive Widerstände z. B. Friction, Schwere etc. haben übrigens auf die Zerreissung Einflufs, und müssen von dem stossenden Körper ebenfalls überwunden werden. — Jene Bewegung die ein Körper mittheilt, indem er an einen anderen haftet, welche diesen nöthigt dem ersteren auf seinen Wege zu folgen, nennt man zum Unterschiede vom Stosse: Zug.

2) Schliessen die Richtungen zweier Stofskräfte einen Winkel ein, so wird der gestossene Körper nach einer Richtung die innerhalb des Winkels fällt, und mit einer gewissen Geschwindigkeit, in einer gegebenen Zeit getrieben. Wenn man das Verhältnifs jener Kräfte und ihrer Richtungen durch zwei gerade Linien ausdrückt, so kann man hieraus ein Parallelogramm verfertigen, welches das Parallelogramm der Kräfte genannt wird, dessen Diagonale die Richtung des gestossenen Körpers, seine (mittlere) Geschwindigkeit und das Verhältnifs seiner Kraft zu den bewegenden Kräften und zu den stets grösseren Seitengeschwindigkeiten angiebt. Sofern zwei Seiten eines Dreiecks stets zusammen grösser sind, als die dritte, insofern ist auch die mittlere Geschwindigkeit stets kleiner, als die Seitengeschwindigkeiten zusammen, und zwar um so kleiner, je stumpfer der Winkel ist, den die Richtungen beider Kräfte mit einander machen. — Wird ein Körper von drei oder

mehreren Stoſskräften, die in verschiedener Richtung einwirken in Bewegung gesetzt, so wird die Bahn (bei dieser zusammengesetzten Bewegung §. 34. N. 11.) des Körpers leicht gefunden, wenn man vorerst die Diagonale zweier Kräfte bestimmt und als eine Kraft betrachtet, die mit der dritten auf ähnliche Weise vereint, zu einer neuen Diagonale führt u. s. f. endlich bei einem mittleren Wege angelangen läſst, der die gesuchte Bewegungsrichtung ist. Es seyn z. B. in Fig. 2. die Linien AB, AC und AD die Richtungen der einzelnen Stoſskräfte, so wird zuerst aus der Zusammensetzung von AB mit AC, AE als mittlerer Weg hervorgehen; dieser Weg AE werde jetzt als einfach betrachtet mit AD verbunden, so wird die Diagonale AF des Parallelogramms ADFE der Weg seyn, den der gestossene Körper einschlägt.

3) So wie man bei gegebenen einfachen Richtungskräften, den Weg eines zu stossenden Körpers auf beschriebene Weise zu bestimmen vermag, so kann man auch bei einer gegebenen zusammen gesetzten Bewegung eines Körpers, die dazu erforderlichen einfachen Stoſsrichtungen, nach derselben Construction des Parallelogramms ausmitteln, welches man die Zerlegung der Kräfte nennt.

4) Wirken beide Stoſskräfte auf den Körper nach entgegengesetzter Richtung, so wird sich der Körper nach der Richtung der stärkeren Kraft hinbewegen, mit der Differenz der Geschwindigkeiten beider Kräfte. Ist die Differenz 0, so ruht der Körper. Vergl. §. 34. N. 14. — Beispiele zusammengesetzter Bewegung gewähren ein zwischen den Fingern fortgeschnellter Kirschkern, und ein Schiff das am Ufer gezogen

wird. Mit der Diagonalmaschine lassen sich Versuche darüber anstellen.

5) Diejenige Wissenschaft, welche die Bewegungskräfte der Körper im Allgemeinen zum Gegenstande hat, heiſst die Dynamik. Werden die Kräfte betrachtet, insofern sie sich entweder das Gleichgewicht halten, oder sich in Bewegung setzen, so kann man wieder unterscheiden, ob es feste, tropfbarflüssige oder elastischflüssige sind, und die dahin gehörigen Zweige der angewandten Mathematik heissen im ersten Falle Statik und Mechanik; im zweiten Hydrostatik und Hydraulik und im dritten Aërostatik und Aërometrie.

§. 42.

Die Gesetze des Druckes (§. 40.) lassen sich auch auf den Stoſs harter Körper anwenden, stossen nämlich zwei harte Körper mit gleichen Bewegungsgrössen auf einander, so kommen beide nach dem Zusammenstossen in Ruhe; und bei ungleichen Bewegungsgrössen gilt das bei dem Widerstande §. 39. aufgestellte Gesetz. Es wird nämlich die stärkere Bewegungsgrösse um so viel vermindert, als wie die schwächere (welche ganz aufgehoben wird) beträgt; sie wirkt nun noch mit dem Ueberschusse ihrer Kraft, den überwältigten Körper in ihrer anfänglichen Richtung forttreibend. Da dieser sich aber nicht bewegen kann, ohne Widerstand zu leisten, so vertheilt sich die noch übrige Stoſskraft in die Massen beider Körper gleich-

förmig, und beide bewegen sich mit gleicher Geschwindigkeit fort.

1) Wir können uns denken, dafs der Stofs auf dreifache Weise zwischen den Körpern eintreten könne; nämlich a) zwischen einem ruhenden und einem bewegenden; b) zwischen zwei bewegenden von einerlei Richtung, aber von verschiedener Geschwindigkeit, und c) zwischen zwei bewegten Körpern von entgegengesetzter Richtung.

2) Bezeichnen wir die Masse der stärkern Bewegungsgrösse durch M, die Geschwindigkeit durch C und setzen also diese Bewegungsgrösse = MC, die schwächere Bewegungsgrösse = mc; so wird die Bewegungsgrösse nach dem Zusammenstosse = MC — mc seyn, und in dem sich dieselbe unter M + m vertheilt, so bringt sie eine neue mit Z zu bezeichnende Geschwindigkeit hervor, welche $Z = \frac{MC - mc}{m + c}$ seyn mufs, da (M + m) Z = MC — mc ist. Ist der ruhende Körper vollkommen unbewegtlich, so ist c nicht blofs = o, sondern wir können dann auch m als unendlich grofs ansehen, mithin z = o setzen. Ist der ruhende beweglich, so wird die nach dem Stosse von beiden Körpern erlangte (neue) gleiche Geschwindigkeit, gleich seyn der Bewegungsgeösse des stossenden Körpers, dividirt durch die Summe der (schweren) Massen; und es ist dann $Z = \frac{M.C}{M + m}$. Bewegen sich beide mit verschiedener Geschwindigkeit nach einerlei Richtung, so wird beider Geschwindigkeit nach dem Stosse, gleich seyn der Summe der Bewegungsgrössen vor dem Stosse, dividirt durch die Summe der (Gewichte oder schwe-

ren) Massen; mithin ist $Z = \frac{MC + cm}{M + m}$. Bewegen sich endlich beide Körper nach entgegengesetzter Richtung mit ungleichen Bewegungsgrössen, so gehen beide Körper nach der Richtung desjenigen fort, der die stärkere Bewegungsgrösse hatte; und beider Geschwindigkeit ist dann gleich der Differenz beider Bewegungsgrössen vor dem Stosse, dividirt durch die Summe der (schweren) Massen $Z = \frac{MC - mc}{M + m}$. — Mariotte, Gravesande und Nollet haben Percussions- oder Stoſsmaschinen angegeben, die zur Erläuterung obiger Fälle durch Versuche dienen. Läſst man bei der Mariotteschen Maschine die Kugeln in Bogen fallen, so verhalten sich die Geschwindigkeiten an der untersten Stelle nur dann fast wie die Bogen selbst, wenn diese sehr wenige Grade haben, bei grösseren Bogen hingegen, verhalten sich die Geschwindigkeiten, wie die Quadratwurzeln aus den senkrechten Fallhöhen, und somit (geometrischen Gründen zufolge) wie die Sehnen der Bogen; daher müssen bei grösseren Bogen nicht die Bogen selbst, sondern die Quadratwurzeln der senkrechten Fallhöhen (oder der Quersinus) verglichen werden, und jene Maschine ist um so brauchbarer, je grösser sie ist, und je grösser die Halbmesser sind, womit die Bogen beschrieben werden, weil dann ein auch nur wenige Grade haltender Bogen doch (im Längenmaas) eine beträchliche Länge hat.

3) Bewegt sich ein fester Körper mit mässiger Geschwindigkeit in einem flüssigen oder weichen (d. i. weichenden) Körper, so wird der Leztere ihm nur ein Minimum vom Widerstand = o entgegenzu-

setzen vermögen. Dringt aber der festere schnell vor, so widersteht der vorhin weichende, und nur ein neues Uebermaas von Kraft, wird diese neu sich äussernde, aus und in dem Flüssigen gleichsam hervorgetretene relative und örtliche Unbeweglichkeit wieder aufzuheben vermögen. Je weicher der Körper ist, desto mehr wird von dem Momente des Stosses darauf verwendet, Ort, Lage und Gestalt des weichen Körpers zu verändern, und daher kann es wohl kommen, daſs das Weiche oder Flüssige durch den Stoſs gar nicht fortbewegt wird; auch kann der weiche Körper bei grosser Geschwindigkeit oder bei grosser Masse, den harten Körper worauf er stöſst in Bewegung setzten, und mit dem Werthe eines uneindringbaren Starren (Festen) zurückwirken. Auf ähnliche Weise kann auch eine im stehenden ruhenden Flüssigen gebildete (oder vielmehr geballte) Welle, ein momentanes Entstehen ähnlicher Gebilde veranlassen, und dieses leitet zur dynamischen Construction der innerlichen oder inwendigen Bewegung, eines motus intestinus, gleich einem Pulsiren durch wechselweise von einzelnen Stellen aus vorhergehenden Contractionen und Expansionen des Flüssigen; ohne daſs man zu atomistischen Hypothesen von präexistirenden und bleibend discreten (runden) Körperchen seine Zuflucht zu nehmen braucht, um das Wesen des Flüssigen zu erkennen, wodurch es nicht erkannt, sondern vielmehr dem Flüssigen seine Flüssigkeit (Continuität) gleichsam ins Angesicht abgeleugnet wird.

§. 43.

Von dem Stosse bloſs harter Körper verschieden, ist derjenige der elastischen oder

federharten Körper; bei dessen Untersuchung wir zweierlei Wirkungen unterscheiden können, nämlich die, welche der Stoſs unmittelbar auf die Bewegung der Körper hat, und die Veränderung, welche durch die Rückwirkung der Elasticität in der Bewegung beider Körper zu Stande kommt. Es werden nämlich die elastischen sich beim Zusammenstossen berührenden Theile, nach Maasgabe der gegenseitigen Stoſsgrösse zusammen gedrückt, und vermöge der Elasticität mit derselben Gewalt wieder in die vorige Lage zurück gebracht; und üben also wenn beide Körper elastisch sind, gegenseitig einen Rückstoſs aus, der der Stärke des Zusammenstosses entspricht; ist hingegen nur der eine Körper elastisch, so wird der Rückstoſs der Zusammendrückung dieses einen Körpers gleich seyn.

1) Die elastischen Körper erleiden beim Stosse zuvörderst eine ähnliche Veränderung wie die mehr oder weniger weichen Körper, aber gleich darauf wirkt ihre Elasticität, und ruft eine neue Veränderung, nicht nur rücksichtlich der zuvor abgeänderten Gestalt der Körper, sondern auch in Hinsicht auf ihre Bewegung hervor.

2) Für die einzelnen Fälle ergeben sich folgende Gesetze.

a) Stossen ein paar elastische Körper von gleicher Bewegungsgrösse auf einander, so kommen sie nicht wie bei den harten Körpern zur Ruhe, son-

dern jeder bekömmt eben soviel Bewegung nach der Richtung, die der entgegengesetzt ist, welche er vor dem Stosse hatte; sie prallen beide mit derselben Geschwindigkeit von einander ab, mit der sie sich zuvor gegen einander bewegten.

b) Sind in dem vorigen Falle die Bewegungsgrössen ungleich, so ist auch ihr Verhalten nach nach dem Zusammenstossen verschieden, und bei ungleichen Geschwindigkeiten und gleichen Massen, verändern sie nach dem Stosse beim Appralen ihre Geschwindigkeiten. Gesetzt es sey $M = m$, beider Geschwindigkeiten aber vor dem Stosse ungleich, $c < C$; so ist die Wirkung von M auf m, $= \frac{1}{2} (C + c)$, denn sie besteht nicht blofs darin die Geschwindigkeit c zu vernichten, sondern auch die Geschwindigkeit $\frac{1}{2} (C - c)$ zu erzeugen. Jene Geschwindigkeit giebt mithin m (vermöge der Elasticität) an M zurück; M hatte aber ohne Wirkung der Elasticität schon die Geschwindigkeit $\frac{1}{2} (C - c$, die der vorigen entgegengesetzt ist; eine von der anderen abgezogen bleibt die Geschwindigkeit c übrig, womit M nach dem Stosse zurückspringt, m aber wirkt im Stosse auf M so, dafs es die Geschwindigkeit von M, die zuvor C war, so vermindert, dafs sie nur $\frac{1}{2}$ Geschwindigkeit $= \frac{1}{2} (C + c)$ wird; und dies ist die Wirkung von m auf M. Eben so grofs ist nun die Gegenwirkung von M auf m, sie erhält mithin ausser der Geschwingkeit $\frac{1}{2} (C - c)$, die es ohne Wirkung der Elasticität hatte, noch die $\frac{1}{2} (C + c)$, seine Geschwindigkeit ist also zusammen $= C$.

c) Stöfst ein elastischer Körper an einen anderen

gleich elastischen aber ruhenden Körper, so springt er mit seiner ganzen Geschwindigkeit zurück; war der ruhende Körper beweglich und von gleicher Masse, so bekommt er die ganze Geschwindigkeit des stossenden und dieser ruht; C wird in diesem Falle = o werden, und c zu dem Werthe von C erhoben. Ist hingegen der ruhende bewegliche Körper rücksichtlich der Masse mit dem stossenden ungleich, so ist die neue Geschwindigkeit des anstossenden zur vorigen wie die Differenz der Massen zu ihrer Summe, und die Geschwindigkeit des angestossenen, wie die doppelte Masse des anstossenden zu beiden Massen. Gesetzt m sey kleiner als M, ruhe und werde von m gestossen, so erhält die Bewegungsgrösse die M an m abgiebt, in m eine stärkere Geschwindigkeit, als sie in M hatte. Denn da der eine Factor, die Masse in m zu dem die Bewegungsgrösse von M übergeht kleiner ist, als der Factor des Körpers von welchem sie angelangte, so muſs der andere Factor, die Geschwindigkeit um so grösser werden; daher bewegt sich eine kleinere von einer grösseren gestossene Masse, vor dieser um so schneller voraus, je grösser die Differenz beider Massen ist. Ein merkwürdiges hieher gehörendes Beispiel führt Huygens (in dessen opp. posth. in seinem Werke de motu corporum ex percussione) an. Von zwei elastischen Körpern, deren Massen sich wie 2:1 verhalten, ruhe der kleinere, und werde von dem grösseren mit einer Geschwindigkeit = 1 gestossen; so folgt aus dem obigen, daſs der kleinere mit einer Geschwindigkeit von $\frac{4}{3}$ fortgehen wird. Berührte nun der kleinere wieder

einen anderen, der zu ihm dieselben Verhältnisse hätte, welche er selbst zum grösseren Körper hat, so würde dieser dritte bei obigem Stosse eine Geschwindigkeit $= (\frac{4}{3})^2 = \frac{16}{9}$ erhalten. Wenn mithin in einer Reihe aneinander liegender elastischer Körper, deren Massen in einer geometrischen Progression fortgehen, im gegenwärtigen Falle also sich wie 1 : 2 : 4 : 8 . . . verhielten, der gröſste an den zunächst kleineren mit einer Geschwindigkeit = 1 anstiesse, so würde, wenn der Körper hundert wären, der kleinste und lezte mit einer Geschwindigkeit $= (\frac{4}{3})^{99}$ fortfliegen. Nach Kaestners Berechnung (Analyt. Mechanik. 2te Aufl. 1793 S. 527) fällt diese Zahl zwischen 2338400000000 und 2338500000000. Die erste Kugel brauchte nur mit einer Geschwindigkeit von einem Fusse in einer Secunde, gegen die zweite zu stossen, um die lezte mit einer Geschwindigkeit von mehreren Millionen Meilen in einer Secunde fortzuschnellen, mithin würden diese den Weg von der Erde bis zur Sonne (wozu das Licht 8 Minuten braucht vergl. §. 34. N. 9.) innerhalb zwei Secunden fünfmal hin und her machen können. — Bei einer Reihe an einander liegender elastischer Körper, muſs jeder zwischen liegende, als gestossen und stossend zugleich angesehen werden, welches sich an den elffenbeinernen Kugeln, die überhaupt zu Bestätigung dieser Gesetze durch Versuche dienen, sehr deutlich wahrnehmen läſst.

d) Bewegen sich zwei elastische Körper nach einerlei Richtung, aber mit verschiedener Geschwindigkeit, so daſs der eine den anderen einholt, so werden beide jeder nach dem Zusammenstosse

einerlei Richtung behalten, aber mit verwechselten Geschwindigkeiten.

3) Da es in der Natur weder vollkommen elastische noch ganz unelastische Körper giebt, so lassen sich die Gesetze des Stosses, durch Versuche nie mit vollkommener Genauigkeit nachweisen. Gleiche Geschwindigkeiten giebt man hiebei den Körpern dadurch, dafs man sie von gleicher Höhe fallen läfst; ungleiche dadurch, dafs man die Fallhöhen ungleich macht. — Auch selbst die härtesten Körper sind noch immer mehr oder weniger elastisch, und ändern daher ihre Gestalt beim Stosse; es läfst sich dieses an Kugeln nachweisen, die man auf eine mit Oel sehr dünn bestrichene Marmorplatte fallen läfst. — Mehrere auffallende Erscheinungen im gemeinen Leben, werden durch die Kenntnifs der Elasticität erläutert; z. B. der Nutzen eines elastischen Kissens unter einem Ambofs; warum jemand, dessen Leib mit einem grossen Ambosse beschwert ist, wenig von den Hammerschlägen empfindet, die man auf dem Ambofs thut; warum zwei Haare, woraufe in Pfeiffenstiel oder Stock liegt, nicht zerreissen, wenn der Stiel oder Stock mittelst eines heftigen Schlages zerbrochen wird; (jedoch ist die Elasticität im lezteren Falle nicht alleinige Ursache) etc.

§. 44.

Stöfst ein elastischer Körper gegen eine feste unelastische Ebene, oder ein unelastischer Körper gegen eine elastische Ebene oder auch ein elastischer Körper gegen eine feste elastische Ebene, in senkrechter Richtung,

so wird er (wenn kein Hindernifs eintritt) nach derselben Richtung mit der Geschwindigkeit abprallen, mit welcher er aufstöfst; stöfst er hingegen unter einem schiefen Richtungswinkel (Angulus directionis) auf die Ebene, so springt er mit derselben Geschwindigkeit, und unter demselben Winkel wieder zurück, unter welchem er aufstiefs.

1) Nur im ersteren obigen Falle wirkt der stossende Körper mit seiner ganzen Bewegungsgrösse gegen die Ebene; beim schiefen Stosse hingegen, läfst sich die Bewegungsgrösse nach §. 41. N. 2. in die allein wirksame senkrechte und in die mit der gestossenen Ebene parallel laufende (dadurch) unwirksame Richtung zerlegen. So wie sich der Sinus totus zu dem Sinus des Richtungswinkels verhält, so verhält sich dann der ganze schiefe Stofs, zu jener allein wirksamen Richtung. Derselbe Fall wird gegeben seyn, wenn ein senkrechter Stofs (z. B. eine fallende elfenbeinerne Kugel) gegen eine krumme Fläche, z. B. auf eine parabolische, elliptische etc. gerichtet ist.

2) Gesetzt es stosse ein elastischer Körper A (Fig. 3) unter einem spitzigen Winkel BAF, auf eine unbewegliche ebene Fläche FE mit einer Geschwinkeit = BA, so läfst sich diese in die senkrechte BF und in die parallele BN = FA, mit welcher der Körper seine Bewegung längs AE fortsetzen würde zerlegen. Bei dem Apprallen wird daher der Körper, während er die senkrechte Richtung zu verfolgen strebt, darin von der parallelen gehindert und so zu einer mittleren Richtung AC getrieben werden. Es

ergiebt siah aber leicht, daſs das Dreieck ANB = AKC; mithin der Winkel CAE, unter welchem der Körper A von der Ebene abprallt (der Zurückprallungs- oder Reflexionswinkel (Angul. reflexionis) vollkommen gleich seyn muſs, dem Winkel BAF (dem Einfallswinkel Angul. incidentiae) unter welchem er einfiel.

2) Das Perpendikel NA heiſst das Einfallsloth, auch werden wohl die Winkel ANB und ANC mit obigen Benennungen belegt. — Stöſst der Körper A statt auf ebenen auf eine gekrümmte Fläche (wie die punctirte Linie andeutet), so muſs man sich dort wo der Körper anschlägt, unter FE an dem Puncte B eine Berührungsebene denken, wo dann dasselbe Gesetz statt finden wird; BAF = CAE oder auch BAN = NAC, wenn AN auf FE senkrecht geht.

§. 45.

Die bisherigen Untersuchungen über den Stoſs elastischer Körper, haben mehr dazu gedient die Gesetze zu entwickeln, nach welchen sie durch mitgetheilte Bewegung ihren Ort verändern, als die Veränderung nachzuweisen, welche in ihnen durch die mitgetheilte Bewegung hervorgebracht werden, und die geprüft uns in den Stand setzen, dem Wesen der Elasticität selbst näher nachzuforschen. Wir unterscheiden nämlich vorzüglich zwei verschiedene Arten von Elasticität; expansive und contractive. Die erstere finden wir hauptsächlich bei den Dämpfen und Luftarten; die leztere bei dem tropfbar Flüssigen, bei den

Metallen und mehreren festen Körpern enswickelt, und eine Vereinigung beider bei mehr oder weniger festen organischen Substanzen. Die erstere bezeichnet sich durch ein Streben, den durch von aussen kommenden Druck verminderten Raum, nach Wegnahme des Drucks wiederum einzunehmen, und sich so weit wie irgend möglich durch Entwickelung von innen nach aussen, mit allem was ihm ein Aeusseres ist in Verbindung zu setzen, und den wirklichen Ausdruck dieses Strebens nennen wir Expansion; die leztere durch ein Betreben, den durch äussere Gewalt vergrösserten Raum, nach Wegnahme dieser Gewalt wieder zu vermindern, und durch Anziehung von aussen nach innen, alles Aeussere (Umgebende) in sich hinein zu ziehen, welches zur wirklichen Darstellung gelangt das Phänomen der Cohäsion gewährt, wohin z. B. als erläuternder Beleg (die in der Folge näher zu untersuchende) Tropfenbildung gehört.

1) Wirkliche alle Selbstbegrenzung aufhebende Expansion finden wir in den veränderlich elastischen (Dämpfen) und bleibend elastischen (Luftarten oder Gase) Flüssigkeiten gegeben; und fragen wir, durch welches Phänomen sich unseren Sinnen die in actu gegebene Expansion am unmittelbarsten verkündet, so nennen wir die Wärme, so wie für die zu einem bestimmten Ziele angelangte Expansion das Licht (vergl. §. 3. N. 1.), worüber

wir weiterhin die nöthigen Experimentaluntersuchungen anstellen werden.

2) Wirckliche durch In-sich-hineinziehen bewirkte möglichst verminderte Selbstbegrenzung, die sich als Cohäsion darstellt, findet rein nur im Tropfbaren statt; das Feste schwanket zwischen beiden Verhältnissen, und gelangt wie die Folge zeigen wird dadurch zur Darstellung, daſs sich der innern Anziehungsrichtung die im Flüssigen gegeben ist, eine oder mehrere andere, jener fremdartigen Anziehungsrichtungen hinein bilden.

3) Die contractile Elasticität der Metalle etc. zeigt sich nur deutlich wenn sie von aussen bewegt (z. B. erschüttert) werden. Das Federharz (elastische Harz, Cautschuc) und ähnliche Körper ziehen sich nach Wegnahme derjenigen Kräfte, welche (durch Zug) ihren Raum vergrösserten, wiederum in ihre vorige Gestalt zusammen, aber nicht möglichst mindeste Begrenzung erreichend, so wenig wie dieses bei der gleichermaassen ähnlichen Gallerte der Fall ist.

§. 46.

Jene Veränderung die in den elastischen Körpern während der mitgetheilten Bewegung vorgeht, besteht in einem (oft durch Gesicht und Gefühl unterscheidbaren) Hin- und Herbewegen, welches schnell abwechselnd von Expansionen und Contractionen begleitet ist, sich bis zum Ohre fortpflanzend, hier die Vorstellung des Schalles (Sonus) begründet, und das Schwin-

gen, Zittern oder Oscilliren (Vibratio, Oscillatio, vergl. §. 34. N. 8.) genannt wird.

1) Die Untersuchung der einzelnen Bedingungen zur Entstehung, Fortpflanzung, Veränderung und Aufhebung der Schalle, wird weiterhin abgehandelt werden; hier genügt uns einstweilen die Angabe der allgemeinsten Bedingung die der Elasticität, und die allgemeine Begriffsbestimmung der Schwingungsbewegung. Alle expansiv-elastischen Körper sind sowohl zur Erregung als auch zur Fortpflanzung des Schalles vorzüglich geschickt; die tropfbar-flüssigen höchst unvollkommen, die festen öfters in dem Maase, daſs sie den ersteren nichts nachgeben, nur geschieht bei ihnen z. B. die Fortleitung des Schalles in längeren Zeiträumen, mit geringerer Verbreitung nach aussen, und in Richtungen, die zum Theil von der Structur und von der Lagerung ihrer Aggregativtheile abhängen.

2) Man kann die schwingende Bewegung eines schallenden Körpers in gewisser Hinsicht mit den Pendelschwingungen vergleichen (vergl. §. 37. N. 5.), welche statt finden, wenn ein durch einen Faden (oder gerade Linie) am Fallen gehinderter schwerer Körper (oder Punct) in Bewegung gesetzt wird, nachdem derselbe am entgegengesetzten Ende des Fadens irgend wo befestigt worden. So wie das (wirkliche) Pendel durch Reibung und durch Widerstand des Mediums worin es schwingt, endlich zur Ruhe kommt, so hört auch die Bewegung schallender Körper aus ähnlichen Gründen nach und nach auf, nachdem sie zuvor durch weitere Verbreitung geschwächt und vermindert worden ist.

3) Sofern man nicht im Stande ist einen vollkommen unelastischen Körper nachzuweisen, kann man auch keinem Körper die Fähigkeit gänzlich absprechen, einen Schall zu erregen oder fortzupflanzen. Beide Verhältnisse sind aber nach der verschiedenen Beschaffenheit der Körper, und nach der damit verknüpften Fähigkeit den Schall geschwinder oder langsamer, regelmässig oder unregelmässig hervorzubringen und fortzuleiten sehr abweichend gegeben, woraus die Möglichkeit einer grossen Mannichfaltigkeit des Schalles hervorgeht. Die Ausdrücke: Geräusch, Murmeln, Zischen, Knarren, Knirschen, Pfeifen, Brausen, Knallen etc. sind mahlende Bezeichnungen verschiedener Arten des Schalles.

4) Jede Schallschwingung eines Körpers setzt voraus eine von einem anderen Körper mitgetheilte Bewegung, entweder durch Stoſs, Schlag, Reibung etc. die sich dadurch characterisirt, daſs sie mit einer gewissen Energie und mit sich ändernden Richtungspuncten statt findet; blosser sanfter Druck ohne Aenderung der Richtung bringt auch in sehr elastischen Körpern keinen Schall hervor. Die Fortsetzung der Bewegung als schwingende wird durch die Elasticität des in Schwingung zu setzenden Körpers bewirkt; indem er vermöge der Elasticität, die ihm durch jene mitgetheilte Bewegung gewordene Raumsveränderung, selbstständig wieder herzustellen strebt.

5) Erfolgen die Schwingungen eines Körpers regelmässig oder gleichförmig (gleichartig), d. h. geschehen in gleichen Zeiten gleich viele (und auch mehr oder weniger gleich starke) Schwingungen; so nennen wir den angenehmen

Gesammteindruck (solcher in einem gewissen Zeitraum stattfindenden Schwingungen) auf unsere Gehörorgane Klang; und bestimmen wir bei einem Klange den Unterschied, der durch die grössere oder geringere Schnelligkeit der Schwingungen gegeben ist, so nennen wir ihn Ton. (Vergl. §. 3. N. 1.) Jedoch ist die Verschiedenheit der Klänge und Töne, nicht bloſs in der langsameren oder schnelleren, auch nicht bloſs in der stärkeren oder schwächeren Schwingung, sondern zugleich in der Art wie die Schwingungsbewegung entwickelt und fortgesetzt wird (welches von der verschiedenen Beschaffenheit der Körper selbst abhängt) zu suchen. Töne von zwei verschiedenen Instrumenten werden vom Ohre unterschieden, ohnerachtet beide gleiche Schwingungsanzahlen in gleichen Zeiten (gleiche Höhe oder Tiefe) und gleiche Stärke haben können.

6) In einem frei beweglichen aber ruhenden Medium pflanzt sich der starke oder schwache Schall vom schallenden Körper nach allen Seiten geradlinigt (Schallstralen) mit gleichmässiger Geschwindigkeit fort, wenn sich ihm sonst kein Hinderniſs entgegenstellt. Ist man daher im Stande, die Entstehung des Schalls von weitem zu bemerken, so läſst sich aus der Zwischenzeit, zwischen dem Augenblicke der Entstehung eines Schalles und demjenigen wo er gehört wird, auf die Entfernung beider Orte (jedoch verschiedener Hindernisse wegen nicht ganz genau) schliessen.

7) Treffen die Schwingungen eines frei beweglichen Mediums auf einen gehörig dichten Körper, so wird dieser nicht bloſs in ähnliche Schwingung gesetzt,

sondern sie gehen auch unter demselben Winkel, unter welchem sie auf ihn trafen, wiederum zurück. Vergl. §. 43 u. 44.

8) In der Folge vorkommende Versuche werden zeigen, daſs die Bewegung und Fortpflanzung des Schalles in mehr oder weniger beschränkt beweglichen Medien, z. B. in festen Körpern von derjenigen in frei beweglicheu Medien einigermassen verschieden ist. Es lassen sich hier Haupsschwingungen oder Bebungen von untergeordneten Zitterungen der kleinsten Theile unterscheiden, und beide bilden vereint den Schall, der (unter oben berührten allgemeinen Bedingung des gehörigen Zeitverhältnisses) zum Klange wird, wenn alle Theile des schwingenden Körpers in allen (zu den Seiten, nach oben und nach unten gegebenen) Richtungen vereint wirken, und sich als Ton darstellt, wenn sich die kleineren Zitterungen den grösseren so unterordnen, daſs der Gesammteindruck von uns (mit Hülfe des Gehörorgans) als ein solcher, d. i. als ein mehr oder weniger in sich beschlossenes Ganze aufgefaſst wird. (Vergl. §. 3. N. 1.)

9) Der ältern Vorstellung zufolge betrachtete man die Schwingungen als kreiselartig - wellenförmige Bewegungen, denen ähnlich die z. B. erzeugt werden, wenn man einen festen Körper ins Wasser wirft; eine hypothetische zuf falsche Analogien sich stüzende Voraussetzung, welche neuere Beobachtungen als nichtig erwiesen oder wenigstens stark berichtigt haben. Die Verbreitung des Schalles in Schwingungen, welche von einem Puncte nach allen Richtungen ausgehen, und nach jedesmaliger durch den Wider-

stand der nächstliegenden Theile eintretenden Beschränkung (Zusammendrückung) sich ebenmässig fortsetzen, als die neuere Ansicht, stimmt mit jener älteren nur dem allgemeinsten Theile nach überein.

ERSTER THEIL.

UNTERSUCHUNG DER ANZIEHUNGEN IN MESSBAREN FERNEN.

ERSTER THEIL.

I. CAPITEL.

VON DER SCHWERE.

A) Vom Fall der Körper.

§. 47.

I. Versuch. Man lasse einen (festen) Körper von einer beliebigen Höhe frei und ungestört herabfallen; er wird in geradlinigter Richtung nach Verlauf einer gewissen Zeit zur Erde gelangen. Dasselbe wird statt finden, wenn man den Körper in möglichst gerader Richtung in die Höhe wirft; er wird endlich einen Punct erreichen, wo er zu steigen aufhört, und sich jetzt auf die beschriebene Weise zur Erde begeben. Zugleich wird man bei sehr bedeutenden Fallhöhen beobachten, dafs der fallende Körper sich um so geschwinder bewegt, je mehr er sich der Erde nähert, dafs also seine Bewegung eine beschleunigte sey (vergl. §. 35. N. 3.), und dafs das a. a. O. erwähnte Gesetz auf ihn angewendet werden könne.

1) Um bei der so schnellen Bewegung fallender Körper, die Zeit genau und bei verschiedenen Fallhöhen abmessen zu können, bedient man sich zu solchen Versuchen zweckmässiger einer Maschine, die ihrer Einrichtung zufolge die Schnelligkeit des Falles im Ganzen genommen um etwas vermindert, ohne jedoch das Verhältniſs der beschleunigten Bewegung in den nach einander folgenden Zeiträumen zu verändern. An einem Faden, der über ein am Umfange ausgekehltes senkrecht laufendes Rädchen gezogen ist (oder zwei genau in einer Ebene laufende Rädchen), hängen zwei Gewichte A und B das leztere kleinere stehe auf dem Boden am Ende einer senkrechten Scale; das grössere A hänge oben am Anfang dieser Scale, und beide Gewichte seyen von unten durch einen eben so langen Faden verbunden (von welchem an der einen Seite so viel mit dem steigenden Gewichte hinauf als an dem oben an der anderen Seite mit dem fallenden hinabgeht), damit der erstere Faden nicht auf der Seite des sinkenden Gewichts das Gewicht vermehre. Läſst man das Gewicht B los, so sinkt A, indem B steigt. Das Bestreben beider Gewichte zu fallen (ihre Schwere) heise g, die Differenz A B heise m, so ist die Bewegungsgrösse des fallenden Gewichts m g, da B g, eine ihm gleiche Quantität in A g aufhebt. Hiemit hat es aber nicht nur sein eignes A, sondern auch B zu treiben. Die ganze zu treibende Masse A + B heise M, und die Geschwindigkeit der Bewegung sey x, so muſs M x = m g, mithin $x = \frac{mg}{M}$ werden, indem M : m = g : x d. h. so viel kleiner die eigentliche bewegende Masse m ist, gegen die ganze bewegte M, so viel kleiner

wird die Geschwindigkeit x, mit der das ganze M (steigend und fallend) bewegt wird gegen das g, mit der das m fallen würde, wenn es sich allein zu treiben hätte. Vergl. Hildebrandt a. a. O. S. 92. u. s. f. Ueber Atwood's Fallmaschine vergl. Gilberts Ann. 1803. St. V. S. 1. u. s. f.

2) Gallilei entdeckte zuerst die Gesetze des freien Falles schwerer Körper, entwarf eine Theorie der Fallbewegung und suchte dieselbe durch Versuche mit dem (später vorkommenden) Falle auf der schiefen Ebene zu bestätigen. Vergl. dessen Dialogus de motu locali. L. B. 1699. 4. — Riccioli (vergl. Almajestum novum II. c. 21. Prop. 4.) ein Schüler des Gallilei und Grimaldi liessen, um G.'s Theorie durch unmittelbare Versuche zu bestätigen, Kreidekugeln von 8 Unzen Gewicht, durch genau gemessene Höhen bei einem genauen Zeitmaase durch ein Pendul fallen und stiessen auf Resultate, die (ohnerachtet des nicht beseitigten Widerstandes der Luft, der überhaupt bei gewöhnlichen Fallversuchen als nicht vorhanden angesehen wird) so genau mit der (den gedachten Widerstand nicht berücksichtigenden) Theorie übereinstimmten, daſs sie schon aus diesem Grunde verdächtig sind. Neuerlich haben Gufielmini zu Bologna (vergl. de diurno terrae motu experimentis confirmato. Brem. 1792. 8.) und Benzenberg zu Hamburg (vergl. dessen Nachricht von Versuchen, welche im Hamburger St. Michaelsthurme über den Fall der Körper, zum Beweise der Axendrehung der Erde, im Grossen angestellt werden, in Gilbert's Annal. Jahrg. 1802. St. VI. oder XI B. II St. S. 169. und Forts. St. IV. S. 470. u. s. f.) mit Bleikugeln von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser in

Höhen bis zu 321 Par. Fuſs Versuche der Art angestellt. — Ausserdem vergl. man noch über die Entdeckung und Erforschung der Schwere §. 11. N. 3.

§. 48.

Als Ursache des Falles der Körper, und der dabei stattfindenden gleichförmig beschleunigten Bewegung, nimmt man seit GALLILEI eine vom Mittelpuncte der Erde aus stetig wirksame Anziehungskraft an, welche man die Schwere (Gravitas) nennt; auch bezeichnet man das Phänomen selbst: das Bestreben unterstützter Körper, die auf ihre Unterlage drücken, nach Wegnahme dieser Unterlage zu fallen oder sich zu senken, d. h. sich in einer geraden Linie nach der Erde zu von selbst zu bewegen, mit diesem Ausdrucke.

1) Jede in der Richtung des Falles gegebene Linie, nennt man loth- oder senkrecht oder vertical (Linea verticalis); sie macht mit der Oberfläche stillstehenden Wassers und mit jeder in der Ebene des scheinbaren Horizonts liegenden Erdfläche, oder überhaupt mit jeder wasserrechten oder Horizontalebene (Planum horizontale) rechte Winkel. Ist aber die Richtung des Falles senkrecht, und steht auf der Oberfläche einer Kugel nur dann eine Linie senkrecht, wenn sie durch den Mittelpunct derselben geht, so müſste auch, falls die Erde eine Kugel (und mithin die Ebene des scheinbaren Halbmessers ihre Plantangente) ist, die Richtung fallender Körper, in der Richtung des Halbmessers der Erde, oder die

Richtungslinie derselben verlängert gegen den Mittelpunct der Erde gehen. Da aber die Erde keine vollkommene Kugel, sondern ein Sphäroid ist, so gehen zwar nicht alle Richtungen der Schwere durch den Mittelpunct (sondern an jedem Orte in der Richtung der Normallinie oder des Halbmessers der Krümmung) können indeſs ohne sonderlichen Fehler in der Praxis so angesehen werden, als wenn die Erde kugelrund wäre. Eben so kann man auch (wegen der grossen Entfernung der Oberfläche von dem Mittelpuncte der Erde) die Richtungslinien der Schwere benachbarter Körper als parallel laufend betrachten, ohnerachtet sie stets mehr oder weniger convergirend sind.

2) Neuton drückte zuerst das Gesetz der Schwere in seiner gröſsten Allgemeinheit dadurch aus, daſs er jenes Bestreben irdischer Körper nicht bloſs als gegen den Erdmittelpunct wirkend, sondern als in allem Körperlichen gegenseitig stattfindend nachwieſs. Alle Körper sind gegen einander schwer, d. h. ziehen sich wechselseitig an; Vergl. J. Neutons principia philosophiae naturalis. Amstelod. 1714. 4. L. III. Prop. IV. seqq. pag. 313. Die Annahme von Imponderabilien ist stets hypothetisch; vergl. §. 24. N. 2. und §. 26. N. 4.

3) Die Schwere muſs mit einer gewissen Stärke in denen ihr Folge leistenden Wesen ausgedrückt werden; Erfahrung lehrte uns bisher, daſs diese Stärke zwar (aus später zu erläuternden Gründen) an verschiedenen Orten der Erde verschieden ist, aber nicht in Körpern von verschiedener Dichtigkeit und von verschiedener Qualität; jedoch müssen über das Verhältniſs der lezteren vorzüglich, noch genaue

Beobachtungen entscheiden; über das der ersteren werden wir in der Folge mit Hülfe der Luftpumpe einige Versuche beibringen, die wenigstens durch ihre Resultate sich jenen Erfahrungssätzen annähern. Vergl. einstweilen §. 40. N. 4. — Die bestimmte Stärke der Schwere wird gleiche bestimmte Geschwindigkeit in der Bewegung fallender Körper zur Folge haben, und daher nimmt man rücksichtlich dieses Verhältnisses, bei bewegten schweren Körpern die Ausdrücke Schwere und Geschwindigkeit für gleichbedeutend.

4) Bei jedem fallenden Körper, wird seine Bewegungsgrösse durch seine Masse und Geschwindigkeit bestimmt, und beide Factoren werden durch die Benennungen Gewicht und Schwere unterschieden. Ueber die Benennung Gewicht vergl. §. 23. N. 2.

5) Der Erfahrung gemäfs ist die Schwere an einem und demselben Orte immer dieselbe, sowohl in Rücksicht ihrer Richtung als auch in Hinsicht ihrer Stärke. Die Erfahrungen hierüber sind indefs noch nicht von hohem Alter, mithin auch noch nicht von weitgehender Vergleichung, und wenigstens läfst sich die Möglichkeit einer verschiedenen Ab- und Zunahme der Erdschwere denken; eine Hypothese mit der wir manche annoch problematische Naturerscheinungen wenigstens einigermasen in Rücksicht ihrer Bedingungen anzudeuten vermögen. Z. B. die Abnahme des Wassers auf der Erde, ausser verschiedenen untergeordneten Ursachen, durch eine wachsende Zunahme der Erdschwere, welche das Flüssige nach und nach mehr verdichtet, während das Feste als solches einem solchen In-sich-hineinziehen sich vermöge seiner innern Unbeweglichkeit widersetzt etc.

Aehnliche Hypothesen liegen denen §. 26. N. 4. gedachten Naturansichten zum Grunde.

6) Descartes, Huygens, Bülfinger, Kratzenstein und le Sage wollten die Schwere zum Theil von einer freien schwermachenden Materie ableiten; eine Hypothese die nichts für sich aber alles gegen sich hat, wenn sie auch nur als Bildersprache aufgefaſst wird.

§. 49.

Der Stetigkeit zufolge, mit welcher die Schwere auf die Körper (der Erfahrung gemäſs) wirkt, müssen wir den freien Fall der Körper als eine gleichförmig beschleunigte Bewegung betrachten (vergl. §. 35. N. 3.), und zugestehen, daſs jeder fallende Körper, wenn er einen gewissen Raum von seinem ehemaligen Ruheorte an durchläuft, nach Verlauf einer gewissen Zeit eine Endgeschwindigkeit erlangt, die ihn, wenn die auf ihn wirkende Schwere zu wirken aufhörte, in der gleich grossen Zeit durch den doppelt so grossen Raum gleichförmig treiben würde. — Erfahrung hat gelehrt, daſs ein schwerer Körper beim freien Falle (in unseren Gegenden in der ersten Zeitsecunde eine Höhe von 15,094662 pariser Fuſs oder 2173,63 pariser Linien, oder 15,625 rheinländische Fuſs durchläuft; und mittelst dieses Erfahrungssatzes in Verbindung der allgemeinen Gesetze gleichförmig beschleunigter Bewegung (vergl. §. 34. N. 10

und §. 35. N. 3.) läſst sich finden: a) wie groſs der Raum ist, den ein Körper in jeder gegebenen Secunde durchfällt; b) wie groſs die Höhe ist, von der er in zuvor bestimmter Fallzeit herabgefallen, und c) wieviel Zeit er, bei zuvor angegebener Höhe gebraucht hat.

1) Jene Fallhöhe in der zur Zeiteinheit angenommenen Zeitsecunde, bestimmte zuerst Huygens (Horologium oscillatorium. Paris 1673. Fol. P. IV. pr. 26), jedoch nicht auf die §. 47 berührten Weisen, welche nie vollkommen genaue Bestimmungen zulassen, sondern mittelbar durch's Pendel (Vergl. §. 37. N. 5.).

2) Sofern die Richtungslinie fallender Körper auf die Erdkugel senkrecht steht, kann auch durch die Perpendicularlinie die durch den Erdmittelpunct geht; der Raum gemessen werden, den ein schwerer Körper beim Falle durchläuft; und diese Perpendicularlinie nennt man auch die Höhe fallender Körper, die mithin der von diesen Körpern durchlaufene Raum ist. Hieraus folgt, daſs sich auch die Höhen fallender Körper verhalten, wie die Quadrate der Zeiten oder Geschwindigkeiten; vergl. §. 35. N. 13.

3) Wollten wir uns die Wirkungen der Schwere als Stösse vorstellen, die untereinander gleich stark sind, so würden sich die Geschwindigkeiten fallender Körper wie die Menge der Stösse verhalten, die die Körper durch die Schwere bekommen haben. Die Menge der Stösse können sich aber nur wie die Zeiten verhalten, in welchen die Schwere gedachtermasen gewirkt hat, mithin verhalten sich

die Geschwindigkeiten fallender Körper wie die Zeiten in welchen sie gefallen sind; und mithin wird zufolge des obigen (N. 2. dieses §s.) Gesetzes, ein Körper der in der ersten Secunde durch eine gewisse Höhe fiel, in zwei Secunden viermal, in drei Secunden neunmal so tief u. s. f. fallen.

4) Die Endgeschwindigkeiten fallender Körper verhalten sich (vergl. §. 35. N. 3.) wie die Quadratwurzeln der Räume oder Höhen, woraus folgt daſs diejenigen Räume, welche fallende Körper mittelst der Endgeschwindigkeiten in gegebener Zeiteinheit, ohne fernere Einwirkung der Schwere bloſs vermöge der Trägheit zurücklegen würden (welche auch die zur Fallhöhe gehörigen Geschwindigkeiten genannt, vergl. weiter oben), sich verhalten wie das Gedoppelte der Quadratwurzeln der Fallhöhen; und man findet daher die zur Fallhöhe gehörige Geschwindigkeit, wenn man das Duplum des von dem Körper in der ersten Zeiteinheit zurückgelegten Raums, mit der Zahl der sämmtlich verflossenen Zeiteinheiten multiplicirt. Fällt ein Körper z. B. in einer Secunde 15,625 Fuſs (vergl. oben), so ist die zu seiner Fallhöhe gehörige Geschwindigkeit 31,250 Fuſs; bei drei Secunden 93,25 = 3.31,250 Fuſs u. s. f.; woraus sich folgende Regel ergiebt, um die zur Fallhöhe gehörige Geschwindigkeiten (vergl. oben) zu bestimmen. Man multiplicire die gegebene Höhe des Falles mit dem in der Zeiteinheit beschriebenen Raume, und aus dem Producte ziehe man die Quadratwurzel, welche doppelt genommen jene zur Fallhöhe gehörige Geschwindigkeit ist. Nennen wir die zur Fallhöhe gehörige Geschwindigkeit V, die Höhe S und nehmen wir eine Secunde zur Zeitein-

einheit an; so ist $V = 2\sqrt{(15{,}625 \, . \, S)} = 250 \, . \sqrt{S}$.

5) Setzen wir, ein fallender Körper bewege sich durch die erste Wirkung der Schwere, in einem angenommenen Zeittheilchen durch einen Raum $= S$, so würde er sich schon, seiner Trägheit zufolge, in jedem kommenden Zeittheilchen durch einen gleich grossen Raum bewegen; er bekommt aber in jedem dieser Zeittheilchen eine neue Einwirkung von der Schwere, und bewegt sich daher im zweiten Zeittheilchen durch einen Raum $= 2\,S$; im dritten durch einen Raum $= 3\,S$; u. s. f.; und der ganze Raum den er in einer gewissen Zeit durchfällt, ist $=$ der Summe der $S + 2S + 3S$ etc. Bestimmen wir nun z. B. eine Secunde (als angenommene Zeiteinheit) durch n solcher Zeittheilchen, so ist der Raum den der Körper in einer Secunde durchfällt $= S + 2S + 3S + \, . \, . + nS = \frac{n.(n+1)}{2}S$. Mithin in zwei Secunden durch einen Raum $= \frac{2n.(2n+1)}{2}S$; in drei Secunden durch einen Raum $= \frac{3n.(3n+1)}{2}S$, u. s. f.; und diese Räume stehen daher in folgendem Verhältnisse $= n.(n+1) : 2n.(2n.+1) : 3n.(3n.+1)$ etc. Die Schwere wirkt aber ununterbrochen auf den Körper ein, mithin muſs das Zeittheilchen, worin man für den Körper eine bloſs gleichförmige Geschwindigkeit annimmt, unendlich klein seyn, und es müssen also auf eine Secunde unendlich viele Zeittheilchen gehen. Mithin drückt n eine unendlich grosse Zahl aus und ohne merklich zu fehlen, kann man daher $n + 1 = n$; $2n + 1 =$

$2n$; $3n + 1 = 3n$ etc. setzen, wodurch sich obiges Verhältniſs in $n^2 : 4n^2 : 9n^2$ etc. $= 1 : 4 : 9$ etc. verwandelt; d. h. die Räume verhalten sich wie die Quadrate der Zeiten. Vergl. oben und §. 35. N. 3. Bei der gleichförmig beschleunigten Bewegung verhalten sich die Räume, welche ein Körper in einzelnen gleichen Zeittheilchen durchfällt, wie die ungraden aufeinander folgenden Zahlen:

Zeit.	1.	2.	3.	4.	5.
Raum.	1.	3.	5.	7.	9.

weil diese Zahlen die Differenzen der Quadrate 1, 4, 9 etc. sind, und sich die Räume dem obigen Gesetze zufolge, vom Anfange der Bewegung verhalten, wie die Quadrate der Zeiten:

Zeit.	1.	2.	3.	4.	5.
Raum.	1.	4.	9.	16.	25.

so folgt hieraus, daſs der Raum, durch den ein Körper in jeder neuen Secunde fällt, den Raum der vorhergehenden Secunde um 2 Sec., d. i. um das Doppelte dessen, was er in der ersten Secunde gefallen ist, übertrifft. Vergl. oben, und mithin nehmen die Räume in jeder neuen Secunde um 31,250 Fuſs zu.

6) Nehmen wir an, der Körper fiele in der ersten Secunde gerade 15 Fuſs, und bezeichnen wir die gegebene Zeit mit T, und den aus dieser Zeit zu findenden Fallraum (Höhe) mit S; so ist $S = T^2 . 15$. Umgekehrt sey uns die Fallhöhe bekannt, und wir suchten die dazu nöthige Zeit zu bestimmen; so ist $T = \sqrt{\frac{S}{15}}$. Es seyen uns ferner Fallhöhe und Fallzeit bekannt, und wir wollten mittelst beider die Geschwindigkeit C am Ende des Falles bestimmen. $C = 30 . T$. Vergl. oben. Denn dieselbe Kraft,

welche den fallenden Körper in der ersten Secunde durch einen Raum $= S$ getrieben, und ihm dadurch eine Endgeschwindigkeit $= x$ ertheilt hat, wird auch in jeder neuen Secunde dieselbe Wirkung auf ihn ausüben, mithin auch seine Geschwindigkeit um x vermehren. Dieses x wird daher gefunden, wenn wir von dem Raume, welchen der Körper in der zweiten Secunde durchfällt S abziehen. Er fällt aber (laut N. 5.) in der zweiten Secunde durch einen Raum $= 3\,S$; mithin ist $x = 3S - S = 2S$; und da sich die Geschwindigkeiten fallender Körper verhalten wie die Zeiten, so ist die Endgeschwindigkeit der zweiten Secunde $= 2x = 4S$; der dritten Secunde $= 3x = 6\,S$; der m Secunde $= mx = 2mS$. Gienge also ein Körper nach einem Falle von m Secunden mit gleichförmiger Geschwindigkeit fort, so würde er sich in einer Secunde durch einen Raum $= 2mS$; also in m Secunden durch einen Raum $= 2m^2S$ bewegen, oder dem §. 49. ausgesprochenen Gesetze Folge leisten.

7) Riccioli fand durch seine oben erwähnten Versuche

in 0	Sec.	50	Tertien	10	Fuſs	(röm.)	Fallhöhe
1	—	40	—	40	—		-
2	—	30	—	90	—		-
3	—	20	—	160	—		-
4	—	10	—	240	—		-

Ferner

in 1	Sec.	—	—	15	—	-
2	—	—	—	60	—	-
3	—	—	—	135	—	-
4	—	—	—	240	—	-

8) Rücksichlich des §. 35. N. 3. ausgesprochenen Gesetzes vergl. man noch: GALLILEO GALLILEI discorsi e demonstrazione matematicae intorno a due nuove science attenenti alla mecanica ed i muovimenti locali. L. B. 1638. 4.; ferner in dessen Opere. Firenze 1719. 4. II. p. 429 u. a. a. O. — Ferner EVANGELISTA TORRICELLI (ein Schüler des GALLILEI) de motu gravium naturaliter descentium et projectorum. Florent. 1641. 4.

§. 50.

Da die Geschwindigkeiten fallender Körper während des Fallens unausgesetzt wachsen, und sich überhaupt (§. 34. N. 12. zufolge) bei gleichen Massen wie die Endgeschwindigkeiten oder wie die Quadratwurzeln der Höhen verhalten; so wird ein Körper, der z. B. neunmal so hoch herabfällt als ein anderer, dreimal so viel Gewalt gegen seine (werdende) Unterlage ausüben. Verhalten sich die Endgeschwindigkeiten bei zwei Körpern von verschiedener Höhe, umgekehrt wie die schweren Massen, so werden beide Körper gleiche Gewalt ausüben.

1) Ein Gewicht von 10 Pfund, das aus einer Höhe von 15 Fuſs fällt, wird eine noch einmal so geringe Gewalt ausüben, als ein gleiches Gewicht, welches aus einer Höhe von 15 . 4 = 60 Fuſs herab fällt. Hingegen wird ein Gewicht von 3 Pfund das aus einer Höhe von 15 Fuſs fällt, nicht mehr Gewalt ausüben, als ein Gewicht von 1 Pfund, welches aus einer Höhe von 15 . 9 = 135 Fuſs fällt.

2) Eine Bleikugel, die beim freien Falle von einer gewissen Höhe ein Brett durchschlägt, übt nicht mehr Gewalt aus, als wie ein Stück Unschlittkerze welches (mit grösserer Geschwindigkeit) aus einer Flinte gegen das Brett geschossen wird. Eine Thonkugel die 9mal so hoch herabfällt als wie eine Bleikugel, ist dieser in ihrer Wirkung (fast) gleich.

§. 51.

Auf gleiche Weise wie die Schwere die Bewegung frei fallender Körper beschleunigt, so wird sie auch entgegengesetzt die Geschwindigkeit eines lothrecht in die Höhe geworfenen Körpers vermindern, bis sie endlich = o wird; ist dieses erfolgt, so wird der Körper wieder fallen, und dadurch dieselbe Geschwindigkeit erreichen, mit welcher er in die Höhe geworfen wurde. Ueberhaupt gelten bei der gleichförmig verminderten Bewegung dieselben Gesetze, die bei der gleichförmig beschleunigten statt finden, und ist daher der Raum bekannt, den der Körper während der ersten Secunde seines lothrechten Aufsteigens zurücklegt, so läſst sich hieraus in Verbindung mit jenen Gesetzen bestimmen; a) die Wurfsgeschwindigkeit; b) die Zeit, welche er nöthig hat, um seine ganze Wurfsgeschwindigkeit zu verlieren; und c) die Höhe, zu der er aufsteigt, bevor er seine ganze Geschwindigkeit verliert.

1) Ein Körper steige in der ersten Secunde seines lothrechten Wurfs 9 . 15 = 135 Fuſs hoch, so wird er überhaupt 5 Secunden lang, und $5^2 . 15 = 375$ Fuſs hoch steigen.

Denn in der 1sten Sec.	steigt er	9mal	15 Fuſs	= 135	Fuſs.
2 -	— -- --	7 -	15 —	= 105	—
3 -	— -- --	5 -	15 —	= 75	—
4 -	— -- --	3 -	15 —	= 45	—
5 -	— -- --	1 -	15 —	= 15	—
mithin in 5 Secunden	--	25mal	15 Fuſs	= 375	Fuſs.

2) Daher läſst sich bei einem lothrecht in die Höhe geworfenen Körper, aus der Zeit seines Aussenbleibens, die Höhe zu der er gestiegen war (den Luftwiderstand, so wie bei dem Falle bei Seite gesetzt) berechnen. Ist er n Secunden ausgeblieben, so ist die Höhe $= \frac{1}{4} n^2 S$. Vergl. §. 49. N. 6. — Mersennus und Moutier's Versuche Kanonenkugeln senkrecht in die Höhe zu schiessen. Ob ein von der Erde aus geworfener Körper sich ganz von ihr zu entfernen, und eine eigene Bahn zu beschreiben vermögte? Vergl. man v. Zach's monatl. Correspondenz d. E. u. H. K. B. VII. S. 153. u. s. f.

§. 52.

Wird ein Körper in einer schiefen Richtung AC (Fig. 4.) geworfen, so nöthigt ihn die **Schwere**, die in Richtungen auf ihn wirkt, welche fast senkrecht auf die horizontale Ebene AB gehen, von der geradlinigten Richtung AC abzuweichen, eine krumme Linie ADG zu beschreiben, welche (von Gallilei zuerst) näher unter-

sucht, derjenige Kegelschnitt ist, den man in der höheren Geometrie eine Parabel nennt, deren Scheitel in dem höchsten Puncte, für diesen Fall in D liegt, und endlich bei B auf die horizontale Ebene zu fallen. Wird der Körper hingegen in einer horizontalen Richtung geworfen, z. B. DF der erwähnten Fig. 1. so wird er von der Schwere abgelenkt eine krumme Linie beschreiben, welche nur die Hälfte einer Parabel DA darstellt, deren Scheitel im ersten Wurfspuncte D liegt.

1) Aus dem ersteren folgt klar, daſs sich ein geworfener Körper, auch nicht einen Augenblick hindurch in völlig geradlinigter Richtung bewegen kann, sondern daſs er mehr oder minder von der geraden Linie seiner ursprünglichen Richtung abweichend, unmittelbar anfangen muſs, sich gegen die Erde zu neigen. Nur einige jedoch auch nicht vollkommene Ausnahmen kommen vor, wenn z. B. eine Kugel eine drehende Bewegung um ihre Axe bekommen hat, oder wenn ihre Gestalt etwas länglicht und gebogen ist, denn in diesen Fällen kann sie nicht nur seitwärts, sondern auch für eine kurze Zeit selbst aufwärts abweichen.

2) Die Entfernung AB in der obigen Fig. nennt man die Wurfsweite (amplitudo jactus); DE die Wurfhöhe der Bahn des geworfenen Körpers. Der Winkel CAB heiſst der Erhebungs- oder Elevationswinkel, und die Zeit, in welcher der Wurf (Schuſs) die Bahn ADB vollendet die Flugzeit.

3) Die Wurfweite, die Höhe der Bahn, der Elevationswinkel etc. haben ein gewisses bestimmtes Verhältnifs zu einander, so dafs, wenn zwei von ihnen bekannt sind, dadurch auch die übrigen leicht gefunden werden können. Ist das übrige gleich, so ist die gröfste Entfernung, bis zu welcher z. B. ein Schufs auf einer wagerechten Linie kann getrieben werden, dann gegeben, wenn der Erhebungswinkel der Hälfte eines rechten Winkels oder 45 Graden gleich ist.

4) Geworfene Körper würden vollkommene Parabeln beschreiben, wenn nicht gewisse Umstände Einflufs auf sie hätten, welche mehr oder minder bedeutende Abweichungen von der wahren parabolischen Bahn zur Folge haben. Vorzüglich giebt es drei Ursachen, welche jene Bahn modificiren: a) weil die Schwere nicht in senkrecht auf den Horizont gehenden Richtungen wirkt; b) weil (wie in der Folge gezeigt wird) die Schwere nach Verhältnifs der Quadrate der Entfernungen vom Mittelpunct der Erde abnimmt; und vorzüglich c) der Widerstand der Luft; welcher nach Maafsgabe ihrer Wärme, Dichtigkeit, wellenförmigen Bewegung etc. sehr verschieden ist, und daher nie genau (bei Berechnungen) berücksichtigt werden kann, sondern zum Theil durch Erfahrung ausfündig gemacht werden mufs. Oefters beträgt der Widerstand 20—30 mal soviel als der Widerstand des Schusses, und die wagrechte Schufsweite ist oft viel geringer als der zehnte Theil von dem, was sie, nach der parabolischen Theorie seyn sollte. Bei einerlei Erhebungswinkel verhalten sich der Erfahrung gemäfs, die wagerechten Wurfweiten zu einander, wie die Quadratwurzeln der anfänglichen

Geschwindigkeiten und die Flugzeiten wie die Wurfweiten; da der Theorie zufolge, die Zeiten sich wie die Geschwindigkeiten und die Wurfweiten wie die Quadrate der anfänglichen Geschwindigkeiten verhalten sollten. Nach Robins ist wenig Vortheil zu erwarten, wenn man einen Körper mit grösserer Geschwindigkeit, als wie von 1200 Fuſs in einer Secunde wirft. Wird ein Schuſs von 24 Pfund in einer Secunde mit einer Geschwindigkeit von 2000 Fuſs geworfen, so ist der Luftwiderstand so groſs, daſs wenn er ohngefähr bis 1500 Fuſs vorgerückt ist, seine Geschwindigkeit bis zu derjenigen von 1200 in einer Secunde reducirt wird. Weitere Berechnungen der Bahnen etc. gehört für die Artillerie.

B) *Vom Schwerpuncte.*

§. 53.

II. Versuch. Man unterstütze einen freien festen oder tropfbarflüssigen Körper, so wird er in dem Bestreben der Schwereanziehung zu folgen gehindert vor dem Fallen gesichert seyn; dieses wird aber auch statt finden, wenn die Unterstützung nicht die ganze Unterfläche des festen Körpers, sondern nur einen gewissen Punct, den Schwerpunct oder Mittelpunct der Schwere (Centrum gravitatis) trifft, dessen Richtung man dadurch findet, daſs man den zu unterstützenden Körper auf der möglichst räumlich beschränkten Unterlage so lange hin und her bewegt, bis die entgegengesetzten Seiten des Körpers, ein-

ander im Gleichgewichte halten. Es kann sich dann der Körper auf keine Seite neigen, ohne die entgegenstehende zu heben; und da dieser im gleichen Verhältnisse steht, so heben ihre Wirkungen einander auf, und der Körper bleibt in Ruhe.

1) Denkt man sich einen Körper nach jeder seiner drei Dimensionen durch eine Ebene in zwei Theile getheilt, welche einander im Gleichgewicht halten, so ist der Punct in welchem die drei Theilungsebenen sich schneiden, der Schwerpunct; es ist aber nicht nöthig, daſs der Körper unmittelbar in demselben unterstützt werde (welches öfters z. B. bei der Kugel, wo der Schwerpunct zugleich der Mittelpunct ist, bei der Pyramide und bei dem Kegel, wo er in der Axe in der Entfernung von $\frac{3}{4}$ derselben von der Spitze, so wie bei der Halbkugel wo er $\frac{3}{8}$ in der Höhe der senkrechten Linie, aus dem Mittelpuncte der Grundfläche gezogen liegt unmöglich ist, sondern er ist schon vollkommen vor dem, bloſs von der Schwere herrührenden Umfallen gesichert, wenn die mittlere Richtung aller schweren Theile des Körpers, oder die Directionslinie des Schwerpunctes nur innerhalb der Unterstützungsfläche fällt, und die ihn umgebenden Theile gehörig unterstützt sind. Jeder Körper steht in diesem Falle vielmehr sicherer, als wenn er bloſs im Schwerpunct unterstützt ist; weil dann eine kleine Neigung des Körpers den Schwerpunct aus der Richtung der Unterstützung herausbringt. Liegt aber die Verticallinie, vom Schwerpuncte gezogen ausserhalb der Unterstützung, so fällt der Körper nach der Seite hin,

wo der Schwerpunct liegt; dem Gesetze zufolge: dafs der Schwerpunct eines aufgehängten beweglichen, oder sonst frei beweglichen Körpers, und mit ihm (der in seinen Theilen zusammenhängende) Körper selbst, immer so tief wie möglich herabsinkt, und deshalb unter allen Stellen des Körpers stets die niedrigste einnimmt, die er erhalten kann, ohne vorher zu steigen. — Ein Tisch auf drei Füssen steht fester als einer auf vieren, weil jene allemal in einerlei Ebene fallen, während dieses bei dem mit vieren nur der Fall ist, wenn die Füsse gleich lang sind, und der Boden völlig wagerecht ist.

2) Sehr dünne Scheiben kann man als schwere Ebenen betrachten (ohnerachtet es solche im geometrischen Sinne nicht geben kann), und daher von dem Schwerpuncte eines Dreiecks, eines Kreises, einer Ellipse etc. reden. Zieht man aus zwei Winkeln eines Dreiecks auf die Mitte der gegenüberstehenden Seitenlinien gerade Linien, so ist der Durchschnittspunct dieser Linien der Schwerpunct des Dreiecks (bei dem Kreise ist es der Mittelpunct) und zieht man aus einem der Winkel des Dreiecks eine gerade Linie auf die Mitte der gegenüberstehenden Seitenlinie, so liegt der Schwerpunct in dieser Linie um $\frac{2}{3}$ von dem Winkel entfernt, aus dem man die Linie zog. Bei dem Cylinder und bei dem geraden Prisma liegt der Schwerpunct in der Mitte der Axe.

3) Bei allen festen Körpern liegt der Schwerpunct so, dafs wenn alle auf der einen Seite liegenden denkbaren Theile, durch ihre Entfernungen davon multiplicirt werden, die Summe dieser Producte gleich ist, der Summe ähnlicher Producte der Theile und

Entfernungen auf der anderen Seite desselben. Die Unterlage, welche den Schwerpunct eines Körpers unterstützt, trägt daher das ganze Gewicht desselben. Ein fallender Balken übt einen grösseren Druck gegen die werdende Unterlage aus, wenn er mit seiner Mitte, als wenn er mit einem der Enden aufstöſst.

5) Bei gleichartigen regelmässig gestalteten Körpern, ist die Bestimmung der Lage des Schwerpunctes nicht schwierig, und kann nach vorangegangener Messung durch Berechnung gefunden werden. Bei Körper von ungleichartiger Beschaffenheit und unregelmässiger Gestalt hingegen, hält diese Art von Ausmittelung sehr schwer und wird oft unmöglich. In solchen Fällen bleibt nur der Versuch selbst zur Ausfündigmachung übrig. Aendert sich bei einem Körper seine Masse, oder wird sie anders vertheilt, so ändert sich auch die Lage des Schwerpunctes. — Hierher gehört das chinesische Burzelmännchen.

6) Die Anwendung der Theorie des Schwerpunctes bietet Erklärungen für sehr viele natürliche Phänomene, Versuche und Vorfälle im gemeinen Leben dar. Hieher gehören a) der Mechanismus des Stehens, Gehens, der verschiedenen Beugungen der Menschen und der Thiere. Das Vorrücken mit dem Oberleibe und Zurückziehen der Füsse beim Aufstehen, die Geschicklichkeit der Gemsen etc. Vergl. Petrus Borellus de motu animalium. Hagae 1743. 4. I. c. 18—22. Desaguliers curse of experimental philosophy. II. §. 44. b) die schiefe Stellung einiger Thürme zu Pisa und Bologna; vergl. Casatus mechanica. L. B. 1684. 4. I. c. 9. Das gelinde Schwanken hoher Thürme ohne umzufallen, z. B. die beiden Thürme vor der Moschee im Garten zu

Schwetzingen, die Künste der Balanceurs und Aequilibristen; vergl. GEHLERS phys. Wörterb. Th. III. S. 933. Die Einrichtung und Wirkung eines Wegemessers oder Hodometers. Vergl. SIGARD DE LA FOND élémens de physique. T. II. §. 277; dessen Anweisung zur Experimentalphysik. §. 122. a. Die Rolllampe des CARDANUS, vergl. a. l. a. O. §. 76. Das Hinaufsteigen eines Cylinders auf einer schiefen Ebene. Vergl. DESAGULIERS a. a. O. II. §. 38. und A. G. KÄSTNER im I. B S. 113. der deutschen Schriften d. Königl. Soc. der Wiss. zu Göttingen. Das scheinbare Hinaufrollen eines doppelten Kegels, über zwei schiefe Flächen; vergl. G. W. KRAFT in den comment. Petrop. T VI. S. 389. Verschiedene Spielwerke z. B. Männchen von Kork oder Hollundermark mit Blei; kleine hölzerne Seiltänzer etc.; vergl. SCHWENTER's mathematische Erquickstunden; B. I. Th. 9. Aufgabe 5. 6. 7. — Je breiter übrigens die Grundfläche eines Körpers ist, um so fester steht er. c) die verschiedenen Stellungen beim Lastentragen, Tanzen, Springen etc. Bei jedem Körper gleicher Dichte, fällt der Schwerpunct (in diesem Falle Centrum massae) mit dem Mittelpuncte seiner Grösse (Centrum magnitudinis, figurae) zusammen.

Vom Hebel.

§. 54.

III. Versuch. Einen geraden unbiegsamen Stab (Stange oder Stock), unterstütze man so, daſs so viel wie möglich nur sein Schwerpunct eine Unterlage (Hypomochlium) erhält, ohne diese

mit der Masse des Stabes selbst auf irgend eine Weise zu verbinden; so werden sich die beiden zur Seite des Schwerpunctes liegenden Enden des Stabes, dadurch daſs sie eine zusammenhängende feste Masse ausmachen, gegenseitig daran verhindern zu fallen, indem jedes Ende das andere mit gleicher Energie zu heben strebt. Man nennt diese Vorrichtung einen (physischen) Hebel (Vectis), und das angegebene Verhältniſs der beiden Enden (Arme), das Gleichgewicht des Hebels; welches nur dann aufgehoben werden kann, wenn der eine Arm durch Vergrösserung seines Gewichts, den Schwerpunct des Stabes nach seiner Seite hingerückt erhält; und fällt indem er den anderen zu steigen, d. i. der Richtung der Schwere sich entgegen zu bewegen nöthigt.

1) Denken wir uns statt des Stabes eine gerade unbiegsame Linie, ohne alle Schwere, AB Fig. 5. in irgend einem Puncte C unterstützt, und an beiden Enden A und B mit Gewichten P und Q beschwert, so kann keines der Gewichte fallen, ohne das andere zu heben, und dieses würde erfolgen, wenn P (Kraft) oder Q (Last) vergrössert werden. Man nennt diesen zum Unterschiede des physischen mit schweren Armen versehenen, einen mathematischen oder einfachen Hebel (Vectis geometricus), und das Gleichgewicht desselben ist gegeben, wenn Kraft und Last (P und Q) ein gleiches Bestreben haben, den Hebel um den Punct C zu drehen, weil

dann wie beim physischen Hebel ihre Wirkungen einander aufheben. Dieses gleiche Bestreben beider Arme kann aber nur dann eintreten, wenn P = Q und CA = CB oder P . CA = Q . CB ist. Denn wäre z. B. der Arm CB länger als wie CA, so würde bei wirklich eintretender Drehung, auch die Geschwindigkeit des Arm's CB mit seinem Gewichte Q grösser seyn, als die von CA mit A; weil wie leicht einzusehen ist, die Geschwindigkeiten der Gewichte P und Q sich wie die Bogen Aa und Bb, oder wie die Arme CA und CB verhalten, und im obigen Falle der längere Arm CB in derselben Zeit einen grösseren Bogen als CA beschreibt. Die Wirkungen beider Arme werden daher nur einander gleich seyn, wenn ihre Bewegungsgrössen oder statischen Momente d. i. die Producte ihrer Massen und Geschwindigkeiten einander gleich sind; sind die Längen der Arme ungleich, so müssen sich die Gewichte umgekehrt verhalten wie ihre Arme, und muſs P : Q = CB : CA seyn, wenn das Gleichgewicht hergestellt werden soll.

2) Sofern der eine Arm nicht beweglich ist, ohne daſs der andere in entgegengesetzter Richtung zugleich bewegt werde, so wirkt das Bewegende in c dem Bewegenden in b als Kraft oder Last, und eben so das Bewegende in b dem in c entgegen. Der Hebel ist aber nur von seinem Trage- oder Bewegungspuncte (Centrum motus, actionis) C aus beweglich, und b kann mithin indem es c zu bewegen strebt, auch nur von C aus wirken, also indem es b zu bewegen (heben) strebt. In C wirkt mithin sowohl b auf c als c auf b, und da das Hebelende b in gleicher Zeit einen fast doppelten Raum zu durch-

laufen hat, als c, so mufs auch das Bewegende in c fast doppelt so viel leisten als das in b, wenn das Gleichgewicht eintreten soll. — Das ganze thätige Universum und jeder einzelne Organismus kann unter dem Schema unendlich vieler nach Gleichgewicht strebenden, sich aber dadurch stets gegenseitig störenden Hebel aufgefafst werden, wo den Erfahrungen die näheren Bestimmungen von P und Q im Verhälthältnifs zu C (dem Daseyn, der Substanz) liefern müssen.

3) Diese beschriebene Art von Hebel nennt man den Doppelarmigen oder den Hebel der ersten Art (vectis heterodromus, primae speciei). — Beispiele solcher physischen Hebel geben die gemeine Krämerwaage, die römische oder Schnellwaage, der Geisfufs der Maurer, die Hebebäume, die Zangen und Scheeren; — im Gegensatze des Hebels der zweiten Art oder des einarmigen (Vectis secundae speciei, homodromus), welcher entsteht, wenn Kraft und Last auf einer Seite liegen, und der Hebel sich um seinen Endpunct frei herumdreht Auch hier gilt das obige Gesetz; das Gleichgewicht entsteht, wenn die Gewichte sich umgekehrt verhalten, wie ihre Entfernungen vom Unterstützungspuncte, bei ihren Wirkungen nach entgegengesetzter Richtung, das eine nach oben, das andere nach unten zu wirksam gedacht. Es liegt bei dieser lezteren Art von Hebel die Last entweder in der Mitte, zwischen dem Ruhepuncte und der Kraft, z. B. ein Schiffsruder, ein Schiebkarren etc.; oder die Kraft zwischen dem Ruhepunct und der Last, z. B. eine Sense, Schaufel, der Arm eines Menschen wenn er eine Last hebt etc.

4) Die Gesetze des geradlinigten Hebels lassen sich auch auf den gebrochenen oder Winkelhebel (Vectis angularis) und auf Fälle wo Kraft und Last schief auf den Bewegungspunct wirken, und wo das Gleichgewicht eintritt, wenn Kraft und Last sich umgekehrt wie die Perpendikel aus dem Unterstützungspuncte auf die Richtungen der Kräfte verhalten, so wie auf die Rolle oder Scheibe (Trochlea) den Flaschenzug (Polyspastus) und das Rad an der Welle (Axis in peritrochio) anwenden, wie dieses die angewandte Mathematik lehrt.

5) Ueber die Gesetze des Gleichgewichts, wenn die Kräfte in schiefen Ebenen auf den Hebel wirken vergl. man: Kästner's Dissertat. betit. Vectis et compositionis virium theoria evidentius exposita. Lips. 1753. 4. Uebrigens vermag jede senkrecht auf den Hebel wirkende Kraft, bei sonst gleichen Umständen mehr, als eine deren Wirkung in schiefer Richtung auf den Hebel geht.

6) Um den physischen Hebel wo das Gewicht der Arme selbst zu berücksichtigen ist, auf einen mathematischen zu reduciren, nimmt man das bekannte Gewicht der Arme, als in dem Schwerpuncte des Hebels vereinigt an; und berechnet dann aus der Entfernung dieses Schwerpunctes vom Ruhepuncte; um wieviel das Gewicht des kürzeren Arms erhöhet werden soll. Versuche mit der Leupoldschen Universalwaage können dann zur Bestätigung dienen. Auch gehört hieher der Versuch, an einen auf einen scharfkantigen Tisch gelegten Stock ein mehr oder minder grosses Gewicht aufzuhängen; ferner ein grosses Gewicht an das eine Ende einer langen thöner-

nen Tabakspfeife, die frei auf eine schmale Stuhllähne gelegt ist, zu hängen und mit dem gegenüber schwebenden Pfeifentheile im Gleichgewicht zu halten; einen Eimer voll Wasser, an die Klinge eines Messers das frei auf einem Tische liegt aufzuhängen etc. Vergl. SIGAUD a. a. O. §. 281; und dessen Anleitung zur Experimentalphys. §. 124. — Ueber die Anwendung der Lehre vom Hebel auf die Bewegung der Gliedmassen, und der durch sie zu überwältigenden Lasten vermittelst der Muskeln; vergl. P. BORELLI a. a. O. §. 281. 5. und GEHLER's phys. Wörterb. Th. III. S. 295. u. s. f.

7) Eine für den Physiker und Chemisten vorzüglich interessante Anwendung der Gesetze des Hebels, ist die auf die Einrichtung der Waagen (Libra, Statela Bilanx). Gewöhnlich bedient man sich der gleicharmigen, und setzt bei ihrem Gebrauche, vorzüglich bei chemischen Arbeiten voraus, daſs sie folgenden (durch Prüfung zu bestimmenden) Erfordernissen entsprechen. Sie müssen vor allem den gehörigen Grad von Empfindlichkeit haben und richtig seyn. Daher müssen die Arme des Waagebalken genau von gleicher Länge seyn, und beim Verwechseln der Schaalen dieselbe Richtigkeit zeigen. Je länger die Arme sind, um so empfindlicher ist (bei übrigens gleichen Umständen) die Waage; je senkrechter die sogenannte Zunge beim Gleichgewicht der Waage steht, und je genauer sich diese Stellung durch scharfe Zuspitzung der Zunge bemerken läſst, um so eher sind richtige Wägungen möglich. Eine Waage die zwei Pfund zieht, muſs auch noch einen halben Gran angeben können. Sehr genaue Waagen der Art sind die Probierwaagen, deren man sich in der

Probierkunst und bei der chemischen Analyse zur Gewichtsbestimmung der ausgeschiedenen Bestandtheile bedient. Eine solche höchstens nur mit 200 Gran zu beschwerende Waage, mufs noch 0,02 Gran genau angeben. Eine höchst empfindliche Waage von Ramsden beschreibt Rozier im Journal de Physique, Août 1788, welche 10 Pfund tragen und dabei nach $\frac{1}{10000000}$ anzugeben vermag. Lüdecke's Waage von einer besonderen Einrichtung (vergl. Gilberts Annal. I. 2. S. 121.) wo ein nach unten stehender Zeiger das Gleichgewicht anzeigt, giebt um $\frac{1}{48580}$ des Gewichts einer Schale Ausschlag. Bei Leupold (in seinem Theatrum staticum universale. Lips. 1726.) findet man genaue Beschreibungen der Waagen. Die Wahl des Metalls woraus die Arme verfertigt werden ist nicht gleichgültig; Stahl leidet sehr vom Rost und wird auch durch (in der Folge zu berührenden) Einflufs des Magnetismus, im Gleichgewichte gestört; man zieht daher in neuern Zeiten gutes Messing vor. Die Schalen können von Messing, Silber, Horn oder Elffenbein seyn, und werden beim Wägen scharfer angreifender Substanzen nicht unmittelbar belegt, sondern Glasschälchen die vollkommen gleiches Gewicht haben darauf gestellt. Die Gewichte müssen genau justirt seyn; gewöhnlich verfertigt man sie von Messingblech, da dieses aber in feuchter Luft oxydirt wird, so ist es wenigsten bei den kleineren Gewichten zweckmässiger, sie entweder vergolden oder von feinem Silber verfertigen zu lassen. Jede Waage mufs reinlich gehalten (Probierwaagen bewahrt man in Glasschränken auf), und vor jedesmaligem Gebrauche genau gesäubert und auf ihre Richtigkeit durch kleine Versuche geprüft werden.

D) *Von der Bewegung auf der schiefen Ebene.*

§. 55.

Jede Ebene die mit einer Horizontalebene einen schiefen Winkel macht, oder auf der Richtung der Schwere schief steht, ist eine geneigte, inclinirte oder schiefe Ebene (Planum inclinatum). In der Mechanik macht man von ihr häufigen Gebrauch zur Bewegung der Lasten, die sie erleichtert, indem sie einen Theil der Last trägt. Mehr zusammengesetzt ist die Wirkung des Keils, den man als eine doppelte schiefe Ebene betrachtet, wo nicht nur die Last auf der schiefen Ebene, sondern auch die doppelte schiefe Ebene selbst gegen die Last bewegt wird, und wo die Kraft (die Last) rücksichtlich ihrer Grösse und ihrer Richtung, sich nicht mit der Genauigkeit wie bei der Schwere bestimmen läſst.

1) Auch die Schraube (vergl. vorig. §.) bildet eine Art schiefer Ebene, deren genaue Kraftbestimmung nicht minder schwierig ist, als die des Keils. Die Theorien beider als Werkzeuge der Kunst, gehören für die angewandte Mathematik.

2) Im gemeinen Leben macht man von mehreren keilförmigen Werkzeugen z. B. Nägel, Messer, Scheeren, Nadeln, Meissel, Spaten, Sicheln, Zugmesser, Sensen etc. häufigen Gebrauch.

§. 56.

IV. Versuch. Man stelle einen glatten Würfel oder einen andern nicht runden festen Körper, auf ein glattes horizontal liegendes Brett; er wird so lange vollkommen ruhig bleiben, als das Brett die Directionslinie des Falles seiner Masse lothrecht unterstützt. Hebt man aber das Brett an dem einen Ende so in die Höhe, daſs es die Richtung einer schiefen Ebene darstellt, so wird es nur einen Theil des Druckes aufhalten, während der andere Theil den Körper längs der schiefen Ebene hinab treibt. Je kleiner die Neigung der schiefen Ebene gegen den Horizont wird, mit desto grösserer Gewalt wird der Körper hinabgetrieben werden; je mehr hingegen jene Neigung wächst, um desto mehr wird er von der schiefen Ebene unterstützt, und mithin mit desto geringerer Gewalt hinabfallen. Eben so wird auch, um die Bewegung des Körpers auf der schiefen Fläche aufzuhalten, die dazu nöthige Kraft, um so kleiner als das absolute Gewicht des Körpers zu seyn brauchen, je mehr die Ebene geneigt ist; und um so grösser je weniger diese geneigt ist. Ueberhaupt wird sich das relative Gewicht eines Körpers, welches denselben längs der schiefen Ebene hinabtreibt, zu seinem absoluten Gewichte verhalten, wie die Höhe

der schiefen Ebene zu ihrer Länge. Wählt man statt des eckigen Körpers eine Kugel zu diesem Versuche, so wird sie hinabrollen (indem die Directionslinie ihres Schwerpunctes ausserhalb der unterstützten Fläche fällt, und sie nur in einem Puncte die schiefe Ebene berührt, so schlägt sie fortdaurend um; auch der Cylinder rollt so herab, wenn er auf der schiefen Ebene so liegt, daſs seine Axe, mithin auch seine Seite — oder eine auf seiner krummen Fläche mit der Axe parallel laufende Linie — rechtwinklicht horizontal gegen die Richtung der schiefen Ebene liegt), auch selbst wenn gar keine (das Rollen befördernde) Reibung stattfände; während eckige Körper hinabgleiten.

1) Auch hohle Kugeln, aufgestellte Ringe etc. deren Schwerpunct (wie beim Trichter, hohlen Cylinder, gekrümmten Stabe u. m. a.) ausserhalb des Körpers selbst fällt, werden um so mehr auf der schiefen Ebene hinabrollen. Bei den hinabgleitenden Körpern, fällt die Directionslinie ihres Schwerpunctes innerhalb ihrer Unterstützungsfläche, und alle denkbaren Puncte eines solchen Körpers, gehen auch einzeln parallel mit der schiefen Ebene.

2) Auf einer schiefen Ebene MN Fig. 6., befinde sich ein schwerer Körper A; dieser würde wenn die Ebene ihn nicht daran verhinderte, dem freien Falle folgend, sich in der lothrechten Richtung AH bewegen. Bei seiner durch die schiefe Ebene erzwungenen Bewegung hingegen, wird er innerhalb einer

gewissen Zeit den Weg von A nach N beschreiben, dessen Raumslänge sich zu der in derselben Zeit in lothrechter Richtung vollendeten, verhalten würde, wie sich das Perpendikel AH zur Hypothenuse AN (oder auch wie der Sinus des Neigungswinkels N zum Sinus totus) verhält. Wäre z. B. AC die von dem Körper in einer gewissen Zeit zu durchfallende Bahn, und CB ein Perpendikel auf AN, so drückt die Seite AB des Parallelogramms ABCE den Weg aus, welchen der Körper in gleicher Zeit AN vermöge seiner zusammengesetzten Bewegung vom Scheitel A nach B beschreiben muſs, in welcher er durch die Fallhöhe AC fallen würde. Der Aehnlichkeit der Dreiecke CAB und HAN wegen, ist AB : AC = AH : AN = Sin. N : Sin. totus. Der Weg AB ist mithin stets kleiner als AC, und man kann sich daher denken, als wäre die beschleunigende Kraft die den Körper von A nach N treibt von geringerer Grösse als wie die Schwere; indem nur ein Theil der Schwere jene Bewegung wirklich beschleunigt, welcher Theil durch AB (wenn man die Schwere mit AC bezeichnet) ausgedrückt, den Körper längs AN fortfreibend die respective Schwere (Gravitas respectiva), oder das relative oder respective Gewicht (Pondus respectivum) genannt wird, während der andere Theil der Schwere AE die Ebene senkrecht drückt und von ihr aufgehalten wird. Will man die Bewegung des Körpers von A nach B u. s. f. verhindern, so muſs man in entgegengesetzter Richtung in M eine Zugkraft auf ihn wirken lassen, die sich zu seinem Gewichte verhalten muſs, wie AB : AC = AH : AN = Sin. N : Sin. totus; was in obigem Versuche leicht durch einen rückwärts an den

fallenden Körper befestigten und mit Gewichten zu verbindenden Faden bestätigt werden kann.

3) Sofern der Körper auf der schiefen Ebene fällt, ist seine Bewegung auch eine gleichförmig beschleunigte, und die längs AN zurückgelegten Räume, verhalten sich ebenfalls wie die Quadratzahlen der verflossenen Zeiten; vergl. §. 35. N. 3. Die beschleunigende Kraft ist aber obigen Untersuchungen zufolge vermindert, und verhält sich zur unverminderten Fallkraft wie die Höhe der schiefen Ebene zu ihrer Länge; und mithin wird sich auch der Raum, den ein Körper auf der schiefen Ebene in einer Zeiteinheit zurücklegt, zu dem Raume des freien Falles in eben dieser Zeit verhalten, wie die Höhe der schiefen Ebene zu ihrer Länge. Es läſst sich daher auch der Raum bestimmen, den ein Körper in derselben Zeit, welche er beim senkrechten Fall verwendet, in einer gegebenen schiefen Ebene durchlaufen wird, sofern die senkrechte Fallhöhe eines schweren Körpers in einer gegebenen Zeit bekannt ist (nämlich 15,625 Fuſs in einer Secunde). — Verhalten sich nun die Räume AC, AH, die ein Körper in senkrechter Richtung durchfallen würde, wie die Quadrate der Zeiten, so müssen sich auch die Räume AB, AG (welche von dem Körper, nur mit einer geringeren Beschleunigung, auf der schiefen Ebene AN durchlaufen werden) eben so verhalten; woraus sich zugleich der Satz ergiebt, daſs wenn eines rechtwinklichten Dreiecks AGH Hypothenuse AH eine lothrechte Lage hat, ein Körper in eben der Zeit den Catheten AG durchlaufen muſs, in welcher er durch die lothrechte Höhe AH fallen würde. Zieht man nun GL parallel mit AH, und HL parallel mit AG, so ist auch die Zeit

des Falles durch den Catheten GH des rechtwinklichten Dreiecks GHL der Zeit des Falles durch GL, und mithin auch durch AH gleich. Folglich durchläuft ein schwerer fallender Körper, jede Seite eines rechtwinklichten Dreiecks AGH in derselben Zeit, in der er senkrecht durch die Hypothenuse AH fallen würde.

4) Zu empirischen Beweisen der obigen Folgerungen bedient man sich (ausser der oben angegebenen einfachen Vorrichtung) einer ebenen glatten Tafel, die mit einer horizontalen in einem Gewinde zusammengefügt ist, so dafs man sie in verschiedenen Winkeln neigen und erheben kann. Man legt auf diese Tafel eine um ihre Axe drehbare Walze, und befestigt die Axe (mittelst einer Kluftdeichsel) an eine Schnur, die parallel mit der schiefen Ebene, dann über eine Rolle läuft. Am anderen Ende dieser Schnur befestigt man das Gewicht, welches der Walze das Gleichgewicht halten soll; z. B. = 18 Quentchen. Verhält sich z. B. die Länge zur Höhe wie 2 : 1, so werden 9 Quentchen; verhält sie sich wie 3 : 1, 6 Quentchen; wie 6 : 1, 3 Quentchen der Walze das Gleichgewicht halten etc. Vergl. Hildebrandt a. a. O. S. 167. und Mayer's Exp. Phys. S. 104. u. s. f.

§. 57.

Aus dem Vorhergehenden folgt ferner, dafs ein schwerer Körper, der sich nach irgend einer Sehne eines Halbkreises bewegt, die Sehnen im Halbkreise in derselben Zeit durchläuft, in welcher er bei dem freien Falle den senkrechten

Durchmesser des Kreises durchlaufen haben würde; und daſs ein auf mehreren aneinander hängenden schiefen Ebenen hinunterfallender Körper (vorausgesetzt, wenn er bei dem Uebergange von der einen zur anderen schiefen Ebene, nichts von seiner bereits erlangten Geschwindigkeit durch anderweitige Ursachen verliert) am Ende seines Falles dieselbe Geschwindigkeit besitzt, die er erhalten hätte, wenn er nach senkrechter Richtung in der Höhe vom Scheitel der ersten schiefen Ebene bis zur Grundlinie der lezten hinabgefallen wäre.

1) Man beschreibe um das rechwinklichte Dreieck ACB (Fig. 7.) einen Kreis, und ziehe eine Tangente in C, so ist der Winkel ACD = B; mithin würde ein Körper in derselben Zeit durch einen Raum = BC d. i. den Durchmesser des Kreises durchfallen, in der er sich auf AC der Sehne des Kreises hinunter bewegt, und dieses gilt von jeder anderen Sehne aus C.

2) Bewegt sich der schwere Körper durch mehrere aneinander grenzende schiefe Ebenen, wo jede in der Richtung etwas abweicht, so ist am Ende der ersten seine erhaltene Geschwindigkeit so groſs, als wenn er vertical von ihrem Scheitelpuncte bis zu ihrer Grundlinie gefallen wäre; am Ende der zweiten so groſs, als wenn er von der Grundlinie des ersten bis zur Grundlinie der zweiten in senkrechter Richtung

gefallen wäre; u. s. f. Seine erlangten Geschwindigkeiten sind also am Ende gleich, denen durch die Höhen der ersten + der zweiten + der dritten etc. schiefen Ebene beim lothrechten Falle erlangten Geschwindigkeiten; welche Höhen zusammen die zu ziehende senkrechte Linie, vom Scheitel der ersten bis zur Grundlinie der lezten schiefen Ebene, ausmachen. SIGAUD, a. a. O. I. §. 117.

§. 58.

Fällt daher ein schwerer Körper in einer krummen Linie hinab, so wird er am Ende seines Falles eben die Geschwindigkeit erlangen, als wenn er von seinem Anfangspuncte der Bewegung, senkrecht auf die Horizontallinie, welche durch den untersten Punct der krummen Linie gezogen werden kann, hinabgefallen, oder durch die Chorde des Bogens niedergegangen wäre; vorausgesetzt wenn man die krumme Linie überhaupt, als die Durchschnittslinie aneinander grenzender schiefer Ebenen betrachtet. Vergl. §. 21. N. 6.

1) Nöthigt man einen schweren Körper sich, an einer schiefen Ebene aufwärts zu bewegen, so wird er mit einer gleichförmig verminderten Bewegung hinaufsteigen, und es werden dieselben Gesetze gelten, die früher (§. 51. N. 1.) beim senkrechten Aufsteigen schwerer Körper entwickelt wurden.

2) Gesetzt es befinde sich ein schwerer Körper in I. (Fig. 7.) an dem einen Ende der kreisförmigen Fläche ECA, so wird er sich dem Vorhergehenden

zufolge) mit wachsender Geschwindigkeit auf der Fläche hinab bewegen, und bei C angelangend die gröſste Geschwindigkeit erhalten haben; vermöge welcher er fortgetrieben, sich an der gleichmässig gekrümmten Fläche CA in demselben Maase vermindert hinaufbewegen wird, als wie er zuvor beschleunigt von E nach C gieng. Er steigt also so hoch, als er gefallen war, d. h. er durchläuft einen Bogen CA = EC. Von A fällt er wieder zurück, erhält in C wiederum die gröſste Geschwindigkeit, die ihn bis E treibt, von wo aus er wieder den vorigen Lauf beginnt, und so ins Unendliche fort, wenn er nicht nach und nach durch Luftwiderstand und Reibung gehemmt, kleinere Bogen beschriebe und so endlich ruhete.

E) *Vom Pendel.*

§. 59.

V. Versuch. Ein an einem Faden befestigter und mittelst desselben an einem (freie Bewegung gestattenden) Orte aufgehängter schwerer Körper, z. B. eine Kugel oder eine oben um einen Stift bewegliche Stange (die anstatt des Stifts auch an einem biegsamen Metallblättchen befestigt seyn kann), werde aus seiner lothrechten Richtung gebracht und dann dem Falle überlassen, so wird der schwere Körper am freien Falle verhindert, sich nur bis zu dem möglichst tiefsten Puncte senken, d. i. bis zu derjenigen Stelle, wo die Richtung des Fadens auf den Horizont

senkrecht ist, oder wo sich der Schwerpunct des schweren Körpers gerade unter seinem Aufhängepuncte (in der lothrechten Linie durch diesen Punct) befindet; tritt ihm hier kein Hindernifs entgegen (was ihn zu der für ihn sonst nur in dieser Lage möglichen Ruhe bringt) so wird er, vermöge der durch den Fall bis zu diesem tiefsten Puncte erlangten Geschwindigkeit, sich nach der entgegengesetzten Seite eben so hoch hinaufbewegen, als er zuvor gefallen war, und von hieraus wiederum fallend den tiefsten Punct erreichen, wo die aufs Neue erlangte gröfste Geschwindigkeit ihn, laut dem im vorigen §. N. 2. entwickelten Gesetze, bis zum Ausgangspuncte seiner Bewegung treibt und von hier aus die Bewegung wieder wie zuvor eintreten läfst u. s. f. Man nennt eine solche Vorrichtung ein (physisches oder zusammengesetztes) Pendel (Pendulum); es würde jene Hin- und Herbewegung — Pendelschwingung (Oscillatio, Vibratio penduli) genannt — unaufhörlich fortsetzen, und immer dieselben Kreisbogen beschreiben, wenn es nicht durch den Widerstand der Luft und durch Reibung nach und nach zur Ruhe käme.

1) Die Bewegung des Pendels vom Ausgangspuncte bis zum gleich hohen entgegen stehenden Puncte der anderen Seite, z. B. Fig. 7. von A nach E, heifst eine einfache oder halbe Schwingung (Oscil-

latio dimidiata, simplex'); hingegen diejenige Bewegung der zufolge er vom Anfangspuncte ausgeht, den gleich hohen Punct gegen über erreicht, und dann wieder zum Ausgangspuncte zurückkehrt, eine ganze oder zusammengesetzte Schwingung (Osc. composita). Erfolgen die Schwingungen in gleichen Zeiten, so nennt man sie isochronisch (Oscillationes isochronae); die Dauer der (ganzen) Schwingung nennt man die Schwungszeit (Temp. oscillationis).

2) Denken wir uns den Faden des Pendels als eine (gewichtslose) unbiegsame, gerade Linie, und den Körper als einen schweren Punct, so erhalten wir die Vorstellung des einfachen oder mathematischen Pendels (Pend. simplex), von dem wir das obige zusammengesetzte Pendel (Pend. compositum) als in jedem Puncte der Linie gewichtig, mithin eine zusammenhangende Reihe vieler schwingender schwerer Puncte, d. i. vieler Pendel von verschiedener Länge unterscheiden.

3) Die Schwingungszeit hängt a) von der Grösse des Oscillations-, Aufhebungs- oder Elongationswinkels (Angulus elevationis, elongationis) AOC (Fig. 7); b) von der Länge des Pendels, die man beim einfachen Pendel von der Entfernung des Aufhängepunctes O vom schweren Puncte C rechnet; und c von der nicht aller Orten der Erde gleich stark wirkenden beschleunigenden Kraft der Schwere ab.

4) Pendel bei denen Aufhebungswinkel, Länge und Schwere gleich sind, schwingen isochronisch; weichen hingegen zwei Pendel in einer dieser Bedingungen von einander ab so sind die Schwingungszeiten

ungleich. Bei gleicher Schwere und gleichen Elevationswinkel verhalten sich die Schwingungszeiten der Pendel wie die Quadratwurzeln ihrer Längen, und umgekehrt die Pendellängen wie die Quadrate der Schwingungszeiten. Bezeichnen wir die Zeiten mit T und t die Längen mit L und l so ist $T^2 : t^2 = L : l$, und mithin $T : t = \sqrt{L} : \sqrt{l}$.

5) Fiele der Körper A (Fig. 7) durch den Bogen AC, so ist zwar die Sehne dieses Bogens kürzer, aber sie weicht weniger von der Horizontallinie ab, als der obere Theil des Bogens; der durch den Bogen fallende Körper erlangt daher gleich anfänglich eine grössere Geschwindigkeit, und kommt dieser zufolge in C eher an, als wenn er in die Richtung der Sehne gefallen wäre. Die höhere Mechanik setzt den Unterschied beider Fallzeiten, durch den kleinen Bogen und durch dessen Sehne, gleich dem Verhältnisse des vierten Theils der Pheripherie zum Durchmesser d. i. wie 785:1000. Uebrigens läſst sich das bei der schiefen Ebene erläuterte Gesetz: daſs ein Körper alle Sehnen eines Halbkreises in einerlei Zeit durchfällt, nicht vollkommen auf den Fall durch verschiedene Bogen ein und desselben Kreises anwenden, indem die Schwingungen hier nicht von vollkommen gleicher Dauer sind.

6) Sofern ein schwerer Körper in derselben Zeit die Sehne des Halbkreises (z. B. AC Fig. 7. vergl. §. 57. N. 1.) als den Durchmesser desselben durchfällt, so folgt, daſs sich die Zeiten in denen er durch die Sehnen verschiedener Halbkreise fällt, verhalten wie die Quadratwurzeln ihrer Durchmesser. Dieses auf

Pendelschwingungen kleiner Bogen angewendet (von denen wir annehmen, daſs das Verhältniſs ihrer Schwingungszeit zur Fallzeit durch die Sehne auch bei den verschiedensten Kreisen desselben sey) läſst die Folgerung zu: daſs sich die Schwingungszeiten verschiedener Pendel, wie die Quadratwurzeln der Durchmesser der Kreise, in deren Bogen sie schwingen verhalten; woraus denn, indem die Pendel selbst die Halbmesser sind, und diese sich wie die Durchmesser verhalten, das N. 4 ausgesprochene Gesetz folgt.

7) Die beiden Pendel CD und Cδ (Fig. 8) haben gleiche Elongationswinkel. AD und Lδ sind die Räume, durch welche sie mit einer für gleichförmig beschleunigt anzunehmenden Bewegung zu fallen genöthigt sind; bei der gleichförmig beschleunigten Bewegung verhalten sich aber die Räume wie die Quadrate der Zeiten vergl. §. 35. N. 3., mithin wird $AD : \alpha\delta = T^2 : t^2$ seyn. AD und $\alpha\delta$ sind zugleich ähnliche Bogen verschiedener Halbmesser, die sich verhalten wie die Halbmesser, mithin $AD : \alpha\delta = CD : C\delta$. CD und C$\delta$ sind zugleich die Pendellängen, daher ist $AD : \alpha\delta = L : l$; mithin $T^2 : t^2 = L : l$ oder $T : t = \sqrt{L} : \sqrt{l}$. Es gilt dieses jedoch nur, wenn die Pendel an gleichen Orten der Erde schwingen; sind die Orte verschieden, so ist auch die Wirkung der Schwere aus später zu erläuternden Gründen verschieden, und bezeichnen wir das Verhältniſs der Schwere zu den an verschiedenen Orten schwingenden Pendeln mit G und g, so erhält obige Formel folgende Gestalt: $T : t = \sqrt{\frac{L}{G}} : \sqrt{\frac{l}{g}}$.

8) Dafs bei gleichen Elevationswinkeln und gleichen Orten, die Zahl der Schwingungen mit der Quadratwurzel der Längen (bei zwei schwingenden Pendeln) im umgekehrten Verhältnisse stehe, z. B. wenn die Zahl der Schwingungen doppelt so grofs ist, die Pendellänge viermal kleiner seyn mufs, folgt schon aus dem Obigen. Denn soviel wie die Dauer der Schwingungen in einer gewissen Zeit grösser ist, um soviel wird auch die Zahl der vollendeten einzelnen Schwingungen in derselben Zeit kleiner seyn müssen; d. i. $N : n = t : T$. Ist aber $T : t = \sqrt{L} : \sqrt{l}$, so ist auch $N : n = \sqrt{l} : \sqrt{L}$. Je kürzer das Pendel ist, um so schneller sind seine Schwingungen; je länger um so kürzer.

9) In dem Verhältnisse wie die Grössen der Schwingungsbogen wachsen, wird auch die Zeit des Schwunges (dem obigen zufolge) grösser werden, und nur bei sehr kleinen Bogen, sind die Pendelschwingungen merklich isochronisch. Nachstehende Tabelle zeigt die Zögerung an, welche aus der Zunahme der Schwingungsbogen, bei ein und demselben Secundenpendel (d. i. ein Pendel, welches innerhalb einer Secunde einmal hin und her schwingt), für einen Tag, an demselben Orte, in Vergleichung mit dem wahren Secundenpendel, welches, mathematisch genommen unendlich kleine Bogen beschreibt, entsteht. Die Zunahme der Bogen ist nach der Breite eines einfachen Schwunges und die Länge des Pendels zu 3 Fufs 8 Linien (paris.) bestimmt.

Einfacher Schwung.		Tägliche Verzögerung.
Zoll.	Linien.	Secunden.
0.	4.	0, 1.
0.	8.	0, 5.
1.	0.	1, 0.
1.	4.	1, 8.
1.	8.	2, 8.
2.	0.	4, 0.
2.	4.	5, 5.
2.	8.	7, 1.
3.	0.	9, 0.

u. s. w., wie leicht gefunden wird, wenn man die Zahl der Zolle mit sich selbst multiplicirt, da denn das Product die Secundenzahl angiebt, welche die tägliche Verzögerung ausdrückt. Schwingt mithin ein Pendel auf jeder Seite 4 Linien, also in einer Breite von 8 Linien, so ist es kein wahres Secundenpendel, da es täglich $\frac{1}{2}$ Secunde zurückbleibt. Machte aber das Pendel nur einen Winkel von zwei Secunden oder $\frac{1}{250}$ Linien, so würde die tägliche Verzögerung nur ein Milliontheilchen einer Secunde (oder in 21509 Jahren eine Secunde) betragen. Vergl. Gren a. a. O. S. 128 etc.; und de la Lande Calcul astronomique, à Paris 1762. §. 253.

10) Sind die Elevationswinkel verschieden, und sollen die Schwingungen isochronisch seyn, so dürfen sie nicht in Kreisbogen, sondern sie müssen in der Cycloide erfolgen. Die höhere Mathematik führt (aus der Anwendung der Sätze vom Falle in der krummen Linie überhaupt auf die Cycloide) den Beweis, daſs der Fall durch den endlichen Bogen der Cycloide eben so lange dauert, als durch den unend-

lich kleinen (weshalb sie auch die tautochronische Linie genannt wird), woraus denn folgt; daſs die Zeit des ganzen Schwunges in der Cycloide (auch bei ungleichen Bogen) sich verhält zur Zeit des freien Falles durch die doppelte Länge des Pendels, wie der Umkreis zum Durchmesser. Vergl. Huygens horologium oscill., P. II. pr. 25.

11) Die Gesetze des einfachen Pendels, lassen sich auf das zusammengesetzte oder physische Pendel anwenden, wenn man dieses zuvor auf das erstere reducirt hat. Jeder denkbare Punct oder Massenatom des physischen Pendels wird nämlich von der Schwere afficirt, und befindet sich in Vergleichung mit den übrigen in einer verschiedenen Entfernung vom Aufhängepuncte; es muſs daher um jene Anwendung möglich zu machen, zuvor die Frage beantwortet werden, wie groſs die Länge eines einfachen Pendels seyn würde, dessen Schwingungszeit der bereits gegebenen Schwingungszeit eines physischen Pendels von bestimmter Gestalt und Grösse gleich ist?

12) Es ist Gegenstand der höheren Mechanik diese Frage hinreichend zu beantworten, uns genügt es hier die Resultate zu benutzen, welche die mathematischen und physischen Untersuchungen zur Zeit darüber gegeben haben. Diesen zufolge läſst sich in jedem physischen Pendel (Fig. 10) ein Punct m (der Mittelpunct der Schwingung centrum oscillationis) auffinden, dessen Abstand Cm vom Aufhängepuncte C, der Länge eines einfachen Pendels CM, welches mit diesem zusammengesetzten Pendel gleiche Schwingungen macht, gleich ist; und dieser Punct trifft a) bei einem Kugelpendel, dessen Faden

sehr dünne und auch nur 3″ lang ist, und dessen Metallkugel nicht über 3‴ im Durchmesser hat, fast mit dem Mittelpuncte der Kugel zusammen; b) bei einer gleichartigen, unbiegsamen, geraden und schweren Linie, die an ihrem einen Ende aufgehängt ist (z. B. eine cylindrische oder parallelepipedalische Metallstange oder Drath etc.), liegt der Schwingungspunct vom Aufhängepunct um $\frac{2}{3}$ der Länge der Linie entfernt; c) bei einer schweren, an einem sehr dünnen und nicht merklich schweren Faden, an ihrem Scheitel aufgehängten Kugel, liegt der Schwingungspunct unter ihrem Schwerpuncte (der zugleich ihr Mittelpunct ist, vergl. oben §. 53. N. 1.) um $\frac{2}{5}$ des Quotienten entfernt, der gefunden wird, wenn man das Quadrat des Radius der Kugel mit der Entfernung ihres Schwerpunctes vom Aufhängepuncte dividirt; d) bei einem dem lezteren ähnlichen Pendel, wo aber der Faden bemerkbar schwer ist, wird der Schwingungspunct mit Hülfe folgender Formel gefunden; u bezeichne das Gewicht des Fadens, P das der Kugel, b ihren Durchmesser, und a die Entfernung des Mittelpunctes der Kugel vom Aufhängepuncte: so liegt der Schwingungspunct unter dem Mittelpuncte der Kugel um $\frac{(\frac{1}{3}u + \frac{2}{5}P)\,b^2 - \frac{1}{6}u\,(ab + a^2)}{(\frac{1}{2}u + P)\,a - \frac{1}{2}bu}$ vergl. Huygens a. a. O. P. IV. prop. 7. 23. De la Lande exposition du calcul astronomique, S. 119. Kästner's Anfangsgründe der höh. Mechanik, Göttingen 1766. 8. S. 114. u. s. f. Gren a. a. O. S. 131. — Hat man die Entfernung des Schwingungspunctes vom Aufhängepuncte bei einem physischen Pendel genau bestimmt, so läſst sich die Länge des Secundenpendels durch Beobachtungen finden; man

vergl. v. Zach's Beschreibung einer neuen Vorrichtung, womit die Versuche und Bestimmungen der wahren Länge des einfachen Secundenpendels genau uud behend angestellt und gemacht werden können; in Bode's Sammlung astronomischer Abh. I. Supplementb. S. 175 u. s. f. und Voigts Magaz. B. IX. St. I. S. 142. u. s. f.

13) Die Länge des Secundenpendels beträgt genauen Beobachtungen zufolge, nach Mairan, de la Lande, v. Zach u. a.

zu Pello,	unter d. Br. v.	66° 48′,	- 441, 27	Lin. par.
— Leyden,	- - - -	52° 9′,	- 440, 71	- -
— Gotha,	- - - -	50° 52′,	- 440,693	- -
— Paris,	- - - -	48° 50′,	- 450, 6	- -
— Quito,	- - - -	25′ ,	- 439, 10	- -
unt. d. Aequator,	an d. Meeresfl.		- 449, 21	- -

Ueber die Pendellängen anderer Orte vergl. man Bode's Kenntniſs der Erdkugel, S. 85.

14) Gallilei erfand die Lehre vom einfachen Pendel gleichzeitig mit derjenigen von der Schwere, vergl. §. 47. N. 2.; Huygens erweiterte sie, machte davon 1656 wichtige Anwendungen zu Verbesserungen der Uhren, und ward Erfinder der Pendeluhr. Er bestimmte vermittelst des Pendels die Beschleunigung der Schwere, und setzte so die §. 49. N. 1. angegebene Fallhöhe von einer Secunde fest. (Ueber das Verfahren bei Bestimmungen der Art, vergl. man Karsten's Anfangsgr. der Naturl. §. 94. und Gren a. a. O. §. 264.) Auch schlug er die Länge des einfachen Secundenpendels zu einem allgemeinen Fuſsmaase vor, so daſs der dritte Theil dieser Länge ein Fuſs seyn sollte; ein Vorschlag der im Allgemeinen nicht ausgeführt werden konnte, weil späteren Beob-

achtungen gemäſs, die Länge des Secundenpendels unter verschiedenen geographischen Breiten verschieden ist. Vergl. Huygens a. a. O.

15) Durch den Widerstand der Luft, wird endlich jedes schwingende Pendel nach und nach durch Verkleinerung der Bogen zur Ruhe gebracht; (vergl. §. 58. N. 2.) indem die Dauer des Niederganges etwas länger und die des Aufsteigens etwas kürzer wird, welches sich gegenseitig rücksichtlich der Geschwindigkeit einzelner Schwingungen so ziemlich ausgleicht, und deshalb keine Correctur des Secundenpendels nöthig macht. Wohl aber wird diese durch die hydrostatische Wirkung der Luft, von der wir in der Folge handeln werden, nothwendig; indem diese das Gewicht des Pendels und mithin die Gravitation desselben um so viel vermindert, als wie das Gewicht des Luftquantums beträgt, welches die Pendelmasse aus der Stelle treibt. Daher muſs der beobachteten Pendellänge noch etwas zugesetzt werden, um die Länge des im leeren Raume Secunden schwingenden Pendels zu finden. Eben so ändert auch die Wärme (durch Ausdehnung) die Länge des Maasstabes, man muſs daher entweder bei gleichen Temperaturen die Pendelschwingungs-Beobachtungen vornehmen, oder die Pendel aus Massen verfertigen, die sich bei verschiedenen Temperaturen wechselseitig durch Verkürzung und Verlängerung compensiren; dahin gehören die rostförmigen oder galgenartigen Pendel Graham's und Romain's, aus eisernen und kupfernen Stäben, oder besser aus Stäben von Eisen und Zink. Eines der vorzüglichsten Rostpendel ist das Harisonsche, welches einem anderen neuerlichst durch C. Troughton erfundenen, Schnitters Un-

tersuchungen gemäſs vorgezogen zu werden verdient. Vergl. Bode's Astron. Jahrb. für d. J. 1810. Berlin 1807. 8. S. 184 u. s. f. — Eine andere Berichtigung der Länge des Secundenpendels besteht in der Bestimmung derjenigen Abweichung die durch die Grösse der Schwingungsbogen verursacht wird; vergl. oben.

F) Von der Verminderung der Schwere und den daraus folgenden Veränderungen ihrer Beschleunigung.

§. 60.

Durch die Umdrehung der Erde um ihre Axe erhalten ihre Massentheile eine Fliehkraft (vergl. §. 37), deren Richtung auf der Axe der Umdrehung senkrecht geht, die daher unter dem Aequator, wo die Erde bei ihrer Drehung die gröſsten Kreise beschreibt, am gröſsten seyn, gegen die Pole zu, wo jene Kreise kleiner werden, abnehmen, und in den Polen selbst vollkommen verschwinden muſs. Es verhält sich diese Fliehkraft unter dem Aequator zur Schwere daselbst, wie 1 : 289; sie vermindert die Schwere, dort wo sie ihrer Richtung gerade entgegengesetzt ist, d. i. unter dem Aequator am stärksten; weniger dort, wo sie der Schwere schief entgegen und mithin nur einem Theile derselben direct entgegen wirkt, d. i. in grösseren Breiten nach den Polen zu, und am wenigsten in der Polnähe. Die Verminderung welche die Schwere

hiedurch an verschieden Orten erleidet, ist überhaupt zu der, die sie unter dem Aequator erfährt, wie das Quadrat des Cosinus der Breite des Ortes zum Quadrate des Halbmessers der Erde. Vergl. de la Lande a. a. O. §. 459.

1) Dieser Verminderung zufolge werden das Gewicht der Körper, der freie und beschränkte Fall und die Pendelschwingungen, dadurch an den verschiedenen Orten der Erde Veränderungen erleiden. Was das Gewicht der Körper so wie die Bestimmung der Dichtigkeitsverhältnisse betrifft, so kann dieses deshalb in den Beobachtungen keinen Unterschied machen, weil die Masse der Waage und die zu vergleichenden Gewichtseinheiten, in demselben Maase vermehrt oder vermindert von der Schwere gezogen werden, als wie die zu wiegende Masse selbst; bei der Bestimmung der Fallhöhe hingegen muſs die Wirkung der Fliehkraft berücksichtigt werden, welche Berichtigung indeſs sehr leicht mit Hülfe der für den Beobachtungsort gegebenen Secundenpendellänge statt finden kann; diese Länge muſs dann aber jene Berichtigung bereits erfahren haben. Lalande (a. a. O.) hat diese Berichung vorgenommen, und in einer Tafel für verschiedene Orte der Erde, den Zusatz in Linien ausgedrückt angegeben, welchen die beobachtete und bereits auf die §. 59. angeführten Weisen berichtigte Pendellänge erhalten muſs, um die wahre Länge eines solchen Secundenpendels zu besitzen, welches durch die Fliehkraft nicht mehr verändert wird; und mithin der Länge eines Secundenpendels entspräche, welche statt finden müſste, wenn die Erde ruhete. Unter dem Aequator beträgt dieser

Zusatz 1,53 Lin. paris.; zu Paris 0,67 Lin. par. und zu Pello in Lappland 0,24. Um diesen Zusatz zu finden, multiplicirt man das Verhältnifs der Schwungkraft zur Schwere unter dem Aequator $\frac{1}{289}$, mit dem Quadrate des Cosinus der geographischen Breite des Ortes, und setzt die gefundene Quantität der beobachteten Pendellänge zu.

2) Bringt man daher ein und dasselbe Pendel z. B. von Pello in Lappland in die Aequatornähe, so wird es je näher dem Aequator um so langsamer schwingen, und hier verkürzt werden müssen, wenn es isochronisch schwingen soll. Dieses erfuhr Richer zuerst auf seiner Reise nach Cayenne (1 Grad 56 Minuten vom Aequator) im Jahr 1672 (vergl. obs. astronom. et phys. faites a Cayenne. Paris 1673. fol.); sein Pendel das in Paris täglich 86400 mal geschlagen hatte, schlug in Cayenne nur 86280 mal, und mufste daher um $1\frac{1}{4}$ Linie verkürzt werden, wenn es wie zu Paris Secunden schlagen sollte. Das Pendel des Maupertuis hingegen schlug zu Pello 86400 mal, während es in Paris in einem Sternentage 86341 mal geschlagen hatte.

§. 61.

Aus seinen Untersuchungen über die Gravitation des Mondes gegen die Erde, leitete Neuton das Gesetz ab, dafs die Schwere im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernungen stehe; vergl. §. 52. N. 4. Da nun die Erde eine sphäroidische Gestalt hat, und an den Polen abgeplattet ist, so wird auch

noch aus dieser Ursache, unabhängig von der Fliehkraft, ein schwerer Körper unter dem Aequator, wegen der grösseren Entfernung vom Mittelpuncte der Erde eine geringere Beschleunigung haben, als gegen die Pole zu (den verschiedenen Gradmessungen zufolge, setzt man jetzt das Verhältniſs der Erdaxe zum Durchmesser des Aequators = 334 : 335 fest). Die Länge des (einfachen) Secundenpendels bedarf daher auch nach den übrigen bereits angegebenen Correctionen, noch einer Berichtigung, indem sie aus obigen Gründen unter dem Aequator kleiner seyn und nach den Polen zn in den grösseren Breiten zunehmen wird.

1) Das obige Gesetz der Schwere wurde eigentlich zuerst von Kepler ausgesprochen, aber mit dem Bestreben es zu widerlegen, weil er es in der Natur für nicht gegründet hielt. Vergl. ejusd. de motibus stellae Martis. Cap. XXXVI und dessen Harmonie der Welten.

§. 62.

Noch eine dritte Verminderung erleidet die Beschleunigung der Erdschwere durch die Gravitationen der übrigen Weltkörper, besonders der Sonne und des Mondes. Verschiedene Phänomene zeugen von dieser Verminderung, unter allen sind aber für die Beobachtung auf der Erde diejenigen der Ebbe und Fluth am meisten

in die Augen fallend, und vorzüglich geschickt jene Verminderung oder Schwächung der Wirkungen der Erdschwere, zur bestimmten Zeit und für den bestimmten Ort nachzuweisen.

1) Bei den §. 159. N. 13. angegebenen Längen des Secundenpendels unter verschiedenen Breiten, ist auf sämmtliche Verminderungen der Beschleunigung der Schwere so gut wie möglich Rücksicht genommen.

2) An den Küsten des Oceans (vorzüglich) bemerkt man eine periodische Ab- und Zunahme des Wassers, die unter der Benennung Ebbe und Fluth bekannt ist. Binnen 24 Stunden wechselt sie ohngefähr 2 mal, und zwar unter einerlei Meridian so ziemlich auf gleiche Weise. Jeden Tag tritt dieser Wechsel an demselben Orte fast $\frac{3}{4}$ Stunden später als den vorhergehenden Tag ein. Das ganze Meer wird dadurch in Bewegung gesetzt: das Wasser fliefst den Küsten zu wo die Fluth beginnt und wächst, und strömt von denen abwärts, an welchen die Ebbe eintritt. Ist an einem Orte eines Meridians Fluth, so ist in einer Entfernung von 90° zu beiden Seiten Ebbe, und 90° weiter oder unter dem entgegengesetzten Meridian ebenfalls Fluth; waraus folgt dafs Ebbe und Fluth mit ihren verschiedenen Abstufungen auf der ganzen Erde gleichzeitig zweimal in 24 Stunden statt finden. In der Aequatornähe ist diese Veränderung am stärksten, in höheren Breiten nimmt sie ab, bis sie sich endlich ganz verliert. An den Ostseeküsten bemerkt man keinen Wechsel der Art, wohl aber im mittelländischen Meere. — Kepler (in seiner Harmonie der Welten) versuchte es zuerst, diese Erscheinung durch die Anziehung des

Mondes gegen das Meerwasser zu erklären; aber so wie KEPLER überhaupt sich bemühete seinen Nachfolgern zur ferneren Bearbeitung mehr die Materialien zn überliefern, als sie auch im ferneren Detail zu bearbeiten, so ward auch erst späterhin, da man die Mathematik auf die Gesetze der Bewegung anwandte, wozu GALLILEI, HUYGENS, HOOK u. a. selbst in der Methode der Ausführung den Weg ebneten, durch NEUTON's gründlichen Fleiſs, die KEPLERsche Erklärung jener Naturerscheinung bestimmter ausgesprochen, und durch Nachweisung ihrer Beziehung mit allgemein gegebenen Grundkräften (mit der allgemeinen Schwere) richtiger entwickelt. Schon die Beobachtung, daſs der Gang der Ebbe und Fluth dem Laufe des Mondes folgt, und daſs die Zeit seines Durchgangs durch den Meridian mit der Zeit der Fluth übereinstimmt, jedoch so, daſs ihr höchster Stand erst einige Zeit nachher erfolgt (wahrscheinlich weil der Mond auch nach seinem Durchgange noch auf das Erdwasser einzuwirken fortfährt, und die dem Wasser ertheilte Bewegung noch eine Zeit hindurch dauert, wenn auch die sie bewirkende Ursache nicht mehr da ist), verbunden mit der Bemerkung, daſs zur Zeit des Neu- und Vollmonds, d. i. wenn die Sonne ihre anziehende Kraft gegen die Erde mit der des Mondes vereint, die Fluth vermehrt wird und in sogenannte Springfluth übergeht, nöthigen uns der KEPLERisch-NEUTONschen Erklärung beizupflichten, zugleich aber auch diese Erklärungen auf mehrere ähnliche Phänomene anzuwenden. Denn so gut wie das Erdwasser als von anderen Weltkörpern angezogen gedacht werden kann, läſst sich eine ähnliche Anziehung auch von der Luft, und wenn

sich einst die Ponderabilität des electrischen Fluidums durch Versuche bestätigen sollte, auch von der electrischen Materie erwarten; woraus denn wohl zunächst der periodische Gang mancher Meteore erläutert werden könnte. In der Folge hierüber mehr.

3) In Fig. 11. bezeichne L den Mond und T die Erde. Stehen beide in der angegebenen Richtung, so sieht man leicht ein, daſs die Theile der Erde in a stärker als die in b und c vom Monde angezogen werden. Diese stärkere Anziehung von L gegen a, hat hier eine verminderte gegen T zur Folge, weshalb das Wasser in a nun einen geringeren Druck nach unten und nach den Seiten ausübt, wie zuvor, und specifisch leichter wird. Um daher im Gleichgewicht zu seyn, wird es in a höher stehen, d. h. es wird Fluth eintreten, während in b und c Ebbe ist. Aber auch in d wird Fluth seyn, und zwar gröſstentheils weil, da Erde und Mond sich um einen gemeinschaftlichen Schwerpunct drehen, der nahe bei der Erde fällt, d am weitesten vom Mittelpunct der Bewegung entfernt ist, mithin den stärksten Schwung und dadurch eintretende stärkste Schwereverminderung hat; theils auch weil die Anziehung des Mondes nicht bloſs a, sondern auch den Mittelpunct von T trifft, und dadurch dessen anziehende Wirkung auf d schwächt. — Ebbe und Fluth sind übrigens die gewöhnlichen Ursachen der Strömungen des Meeres, welche durch Klippen, Felsen etc. mannichfach modificirt werden.

§. 63.

Schon auf hohen Bergen bemerkt man (mittelst des Pendels) eine Verminderung der Erd-

schwere, die öfters beträchtlich genug ist, um in Anschlag gebracht werden zu können. So beobachtete Bouguer zu Quito (in Peru) am Meere, die Länge des Secundenpendels; sie betrug 439''',10, während sie in einer Höhe von 2400 Toisen auf dem Pichincha nach demselben Beobachter 438''',69 war; und dasselbe Pendel, welches am Ufer des Amazonenflusses in einem Sternentage 98770 mal geschlagen hatte, machte euf dem Pinchincha 50 Schwingungen weniger. Wären hier bloſs die vermehrte Fliehkraft (vergl. §. 60.) und das §. 61. aufgestellte Gesetz der Abnahme der Schwere, die Ursachen der Schwereverminderung (und der dadurch nöthig gewordenen Verkürzung des Secundenpendels); so würde man im Stande seyn, nach vorangegangener Bestimmung der geographischen Breite, mittelst des Secundenpendels beträchtliche Höhen aufs genaueste zu messen; da aber auch hier noch immer die dritte im vorigen §. angezeigte Quelle der Schwereverminderung, wiewohl als geringere Ursache mit ins Spiel kommt, so könnten Höhemessungen der Art nie auf unbedingte Richtigkeit Anspruch machen.

1) Um die Höhe der Berge zu bestimmen, giebt es, ausser dem bei hohen Bergen nicht füglich anwendbaren Nivellement, vorzüglich zwei Methoden; wovon die eine in trigonometrischer Ver-

messung, die andere in Messung mittelst des Barometers besteht. Die bei der ersteren Methode erforderliche Standlinie, wird öfters in ihrer Messung durch die Beschaffenheit des Bodens bedeutend gehindert, und überdem macht die (weiterhin zu untersuchende) Stralenbrechung die Messung der Winkel unsicher. Die andere Methode kämpft mit nicht geringen, in der Folge bei der Untersuchung des Lufsdruckes zu berührenden Schwierigkeiten.

2) Als die Erdschwere in ihrer Wirkung vermindernd erscheinen ausser den angeführten Verhältnissen, mehrere andere Kräfte, deren Untersuchung wir uns für die Folge vorbehalten; dahin gehören die Wärme, das Licht, die chemische, electrische und magnetische Anziehung, die Ursache der Elasticität etc., welche insgesammt sehr häufig Bewegungen der Materie veranlassen, die entweder der Erdschwereanziehung gerade entgegengesetzt sind, oder sie doch als untergeordnete Thätigkeitsquelle erscheinen lassen. Einstweilen vergl. man §. 3, 10, 20. N. 1, 25, 26, 28. N. 3 etc.; 32, 43 etc.

3) Zur Zeit als Lavoisier die Stahlsche Hypothese des Verbrennungsprocesses (der zufolge unter anderen Eigenschaften auch die Brennbarkeit der Körper von einem eigenthümlichen fast unkörperlichen Wesen, dem Phlogiston begründet seyn sollte) durch neue Untersuchungen unterstützt verwarf, oder wenigstens sehr stark berichtigte, versuchten es einige Anhänger der Stahlschen Lehre, die von Lavoisier gründlich bestrittene Existenz des Phlogistons zu sichern, indem sie demselben negative Schwere zuschrieben. Sie behaupteten daher, dafs bei der (in der Folge näher zu untersuchenden)

Verbrennung, mit dem Entweichen des die Brennbarkeit begründenden Phlogistons, das Angezogenwerden des Verbrennenden oder Verbrandten von Seiten der Erdschwere vermehrt und befördert werde, woraus die Vergrösserung des Drucks und somit des absoluten Gewichts der Verbrennungsproducte folge; welche Lavoisier nur von der Verbindung des brennbaren Körpers mit einem Theil der umgebenden Luft (mit dem Sauerstoffe), seinen Versuchen gemäfs ableitete. Es betrachteten daher jene Physiker das Phlogiston als eine die Erdschwere vermindernde Potenz, und ohnerachtet diese und ähnliche Vermuthungen sich nicht bestätigt haben, sondern vielmehr von mehreren Seiten widergelegt wurden; so verdient dennoch die zum Grunde liegende Idee, als scharfsinnige Hypothese hier eine geschichtliche Erwähnung.

G) *Von den Bewegungen und Massenverhältnissen der Weltkörper.*

§. 64.

Den vorhergehenden Untersuchungen zufolge, wirkt bei jedem geworfenen Körper die Wurfkraft der Schwere so lange entgegen, bis sie von ihr aufgehoben den Körper in einer halben oder ganzen Parabel wieder zurückkehren läfst; dieses kann aber nur bei einer so geringen Wurfkraft der Fall seyn, die den Körper nur zu einer gewöhnlichen Höhe treibt, von wo aus die Rückkehr zur Erde in parallel laufenden Rich-

tungen statt findet. Denken läſst es sich indeſs, daſs diese Richtungen nicht parallel, sondern auf den Mittelpunct der Erde gehen, und bei sehr grosser Bogenweite wirklich convergirend erscheinen; ein Fall der eintreten würde, wenn der Körper in hinreichender Erhöhung von der Erde horizontal geworfen worden wäre. Er würde dann eine in sich selbst zurükkehrende Bahn beschreiben und eine Centralbewegung um die Erde herum erhalten, die derjenigen ähnlich wäre, welche der Mond im Verhältniſs zur Erde wirklich durchläuft, und die überhaupt alle Trabanten und ihre Hauptplaneten, und beide um die Sonne, nach der durch alle Beobachtungen bestätigten Wahrheit der Copernicanischen Weltordnung beschreiben.

1) Vergl. §. 37. u. s. f. §. 48. N. 1. §. 51. N. 2. u. §. 52 etc.

2) Die Planeten oder sogenannten Irrsterne, von denen die älter bekannten sich als vorzüglich glänzende Sterne dem beobachtenden Auge zeigen, erhielten ihre Benennung wegen ihrer anscheinend unregelmässigen Bewegung. Ihre im Verhältniſs zu den übrigen Sternen in die Augen fallende Nähe, bestimmte Ptolemäus, eine nach ihm benannte Weltordnung zu entwerfen, nach welcher sich die Planeten wie die übrigen Sterne um die Erde bewegen sollten. Copernicus ein glücklicherer Forscher, entdeckte späterhin die jetzt allgemein für wahr anerkannte und nach ihm benannte Weltordnung, welche

auf unser Sonnensystem angewendet, die Sonne als denjenigen Weltkörper betrachtet, um den sich sowohl die Erde als wie die übrigen Planeten, nebst ihren Begleitern (Monden oder Trabanten) bewegen; vergl. §. 11. N. 2. und das Copericanische Sonnensystem genannt wird. Tycho de Brahe's (eines berühmten Astronomen) Bemühungen beide Weltordnungen in einer dritten zu vereinigen, waren fruchtlos.

§. 65.

Schon aus den früheren Untersuchungen (a. a. O.) folgt ferner, daſs die Wurfkraft, welche jenem schweren Körper die Centralbewegung ertheilen soll, mit seiner Masse im Verhältniſs stehen muſs, und daſs die bewegenden Centralkräfte in einem zusammengesetzten Verhältnisse aus dem geraden der schweren Massen und der Entfernungen vom Mittelpuncte, und aus dem umgekehrten des Quadrats der Umlaufszeiten stehen.

1) Bezeichnen wir die Centralkräfte mit G, g, die Massen mit P, p, die Abstände vom Mittelpuncte mit D, d, und die Umlaufszeiten mit T, t, so ist $G : g = \frac{PD}{T^2} : \frac{pd}{t^2}$ vergl. a. im vorigen §. a. O. und Gren a. a. O. §. 271 etc.

2) Verhalten sich die Quadrate der Umlaufszeiten wie die Würfel der Entfernungen vom Mittelpuncte der Kräfte und sind die schweren Massen einander gleich,

so sind die Centralkräfte im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernungen. Ist mithin $P = p$, und $T^2 : t^2 = D^3 : d^3$, so ist $G : g = \frac{1}{D^2} : \frac{1}{d^2} = d^2 : D^2$; und sind die schweren Massen ungleich, so sind in eben angeführtem Falle, die Centralkräfte im geraden Verhältnisse der Massen und im umgekehrten des Quadrats der Entfernungen vom Mittelpunct der Kräfte: $G : g = \frac{P}{D^2} : \frac{p}{d^2}$. Vergl. a. a. O.

3) Die Geschwindigkeit einer kreisförmigen Bewegung ist so groſs, als die Geschwindigkeit, welche der Körper durch dieselbe Centralkraft erhalten würde, wenn sie mit gleichförmiger Beschleunigung durch den vierten Theil des Durchmessers triebe. Vergl. a. a. O.

§. 66.

Denken wir uns nun daſs der Körper der eine Centralbewegung um einen anderen erhalten hat, sich bei deren Beschreibung fortwälze, so hat er ausser der allgemeineren zugleich noch eine eigenthümliche auch in sich zurück kehrende Bewegung, die ihn in dem Maase (bei veränderlichen Anziehungen gegen den Centralkörper) gegen die einstige Vereinigung mit dem Centralkörper schützt, als sie schneller von statten geht. Die vollkommensten Belege für diese Verhältnisse, bietet uns die Be-

wegung der Weltkörper nach der COPERNICANIschen Weltordnung dar; und wir sind durch die Bemühungen eines KEPLER, NEUTON u. a. m. in den Stand gesetzt, hievon bei der Untersuchung der einzelnen Weltkörper den gehörigen Gebrauch zu machen. Die Kraft welche diese gegenseitigen Verhältnisse begründet und sichert, ist die Schwere, die wir bisher fast nur als Gravitation der Erde auffafsten, jetzt aber im Fortgange unserer Untersuchungen, durch die Entdeckungen der genannten Naturforscher geleitet, als allgemeine Schwere oder als Anziehung der Welten erkennen werden.

§. 67.

KEPLER's Entdeckungen zufolge, welche durch spätere Beobachtungen auf das vollkommenste bestätigt wurden, 1) bewegen sich die Planeten nicht in Kreisen, sondern in Ellipsen um die Sonne, in deren einem Brennpuncte die Sonne steht; 2) durchlaufen die Planeten mit dem aus der Sonne nach ihnen gezogenen Radius vector Flächenräume, die den Zeiten proportional sind; und 3) verhalten sich die Quadrate der Umlaufszeiten der Planeten, wie die Würfel der mittleren Entfernung von der Sonne. Vergl. §. 36

u. 37. N. 1. 2. 3. u. s. f. und Kepler a. a. O. so wie auch in dessen: epitome astronomiae Copernicanae. Linc. 1618. 8., u. ejusd. Harmonicae mundi libri V. Linc. 1619. Fol. Spätere Beobachtungen bestätigten diese Gesetze auch bei den Bahnen der Trabanten um die Hauptplaneten, und der Cometen in ihren lang gezogenen Ellipsen um die Sonne.

1) Das was Kepler andeutete oder aufzustellen durch eigene Beobachtungen gezwungen wurde, sprach Neuton aus; seine von der späteren Beobachtung bestätigten Beweise zeigten: 1) daſs die Planeten in ihrem Laufe durch die Gravitationskraft zurückgehalten werden, die bei den Hauptplaneten gegen die Sonne, bei den Nebenplaneten (Trabanten) gegen den Hauptplaneten gerichtet ist, um den sie ihre Bahnen beschreiben; 2) daſs diese Centripetalkraft (welche die Planeten in ihren Bahnen erhält), im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernungen von der Sonne (oder von dem Hauptplaneten wenn von Nebenplaneten die Rede ist) sowohl bei den Planeten als bei den Cometen wirkend gegeben sey; und 3) daſs die Kraft, welche Cometen und Planeten um die Sonne, und Monde um die Planeten treibt, eine und dieselbe, und wie die Schwere eine anziehende sich immer gleich bleibende bechleunigende sey. Vergl. J. Neuton philophiae naturalis principia mathematica. Londini 1687. 4.

2) Daſs jene Kraft wirklich die Schwer- oder Gravitationskraft sey, bewies Neuton zuerst an der zur fortdauernden Bewegung des Mondes um die Erde nöthigen Kraft. Vergl. a. a. O. Der Mond, der sich ohngefähr in einer Entfernung von 60 Erdhalbmessern von der Erde befindet, fällt demnach gegen die Erde herab, oder wird von ihr angezogen mit einer 3600 mal kleineren Geschwindigkeit, als ein Körper in der Nähe der Erde. Indeſs würde diese Anziehung ihn doch bald zur Erde herabbringen, wenn dies einerseits zum Theil nicht die Anziehung der Sonne (wenigstens in gewissen Stellungen) andererseits vorzüglich die Schwungkraft des Mondes selbst, verhinderte. Ein in der Entfernung des Mondes von der Erde befindlicher schwerer keine Schwugkraft besitzender Körper, würde mit einer Geschwindigkeit von 15,094 paris. Fuſs in einer Minute, oder von $\frac{15,094}{3600} = 0,00419$ in einer Secunde zur Erde hinabfallen. Neuton schloſs ferner, daſs die Centripetalkraft des Mondes gegen die Erde auf gleiche Weise wirke, und mit dieser übereinkomme; und daſs die Schwere im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernungen stehe. Vergl. §. 61. Dieses auf alle Planeten und Trabanten angewendet, führte ihn zu seinem Systeme der allgemeinen Schwere. Neuton a. a. O.

§. 63.

Um die beschleunigende Kraft der allgemeinen Schwere auf der Oberfläche der Planeten, so wie das Verhältniſs ihrer schweren Massen und deren Dichtigkeit zu bestimmen, ersann

Neuton folgende als Gesetze ausgesprochene, erwiesene und bestätigte Anwendungen der im vorigen §. entwickelten Gesetze und Folgerungen: 1) die Schwere auf der Oberfläche eines Hauptplaneten verhält sich wie die Schwere seines Trabanten gegen ihn, multiplicirt durch das Quadrat des mittleren Abstandes dieses Trabanten, und dividirt durch das Quadrat des Halbmessers des Hauptplaneten; oder wie der Würfel des mittleren Abstandes des Trabanten, dividirt durch das Quadrat seiner Umlaufszeit und das Quadrat des Halbmessers des Hauptplaneten, wobei die Sonne rücksichtlich der Planeten als Hauptplanet angesehen werden kann; 2) die schweren Massen der Planeten verhalten sich, wie die Würfel der mittleren Entfernungen von ihren Trabanten; dividirt durch die Quadrate der Umlaufszeiten dieser Trabanten; woraus auf den vorigen Satz angewendet folgt: dafs die Schwere auf der Oberfläche eines Planeten sich verhalte, wie die schwere Masse desselben, dividirt durch das Quadrat seines Halbmessers; und 3) die Dichtigkeit der schweren Masse eines Hauptplaneten verhält sich, wie der Würfel der mittleren Entfernung seines Trabanten, dividirt durch das Quadrat der Umlaufszeit dieses Trabanten, und den Würfel des Halbmessers des Planeten, oder wie die Schwere auf der

Oberfläche des Planeten, dividirt durch seinen Halbmesser. Vergl. NEUTON a. a. O. u. GREN. a. a. O. §. 271. u. s. f.

1) Bezeichnen wir die Schwere mit G, g die mittleren Abstände mit D, d den Halbmesser mit R, die Umlaufszeit mit T, t, die schweren Massen mit P, p, und die Dichtigkeit der schweren Masse eines Hauptplaneten mit Δ, so ist für das erste Gesetz, $g = \frac{G D^2}{R^2}$ oder $g = \frac{T^3}{T^2 R^2}$, für das zweite Gesetz: $P : p = \frac{D^3}{T^2} : \frac{d^2}{t^2}$; und rücksichtlich der (aus der Anwendung dieses Gesetzes auf das erste) gezogenen Folgerung: $g = \frac{P}{R^2}$; für das dritte Gesetz endlich: $\Delta = \frac{D^3}{T^2 . R}$; oder $\Delta = \frac{g}{R}$. Vergl. GREN a. a. O. — Der elliptischen Bahn der Planeten um die Sonne zufolge, ist der Abstand der Planeten von der Sonne ungleich. Der Punct der gröfsten Entfernung heifst die Sonnenferne (Aphelium), der Punct der kleinsten Sonnennähe (Perihelium).

2) Die Anwendung dieser Gesetze auf die Bestimmung der wirklichen Bewegungs-, Anziehungs- und Dichtigkeitsverhältnisse einzelner Weltkörper und einzelner Sonnensysteme, gehört für die Astronomie; hier genügt es uns einige der wichtigsten Resultate jener Untersuchungen, als Belege der Anziehungen in mefsbaren Fernen und deren Wirkungen auf die Weltkörper im Allgemeinen, aufzuführen.

a) Die Erde ist keine Kreisebene sondern ein um seine Pole etwas abgeplatteter Sphäroid, wie dieses theils alltägliche Wahrnehmung (z. B. ent-

fernte Gegenstände werden mit ihrem oberen Theile nach und nach sichtbar), besonders aber Beobachtungen des veränderlichen Standes der Himmelskörper (reisen wir z. B. von Norden nach Süden, so sehen wir Sterne am nördlichen Himmel unter den Gesichtskreis gehen, während andere am südlichen Himmel über den Gesichtkreis herauf kommen; ferner wirft die Erde bei einer Mondfinsternifs einen runden Schatten auf den Mond etc.), geometrische Ausmessungen auf der Erdoberfläche und Reisen um die Erde, deren erste Ferdinand Magellan 1519 unternahm, hinreichend bewiesen haben. Die Gestalt der Planeten und der meisten übrigen Himmelskörper ist derjenigen der Erde ähnlich. Die Abplattung der Erde an den Polen beträgt ohngefähr 6 geographische Meilen, d. h. soviel ist die Erdaxe (die von einem Pol zum anderen durch die Erde gehende gedachte gerade Linie) kürzer, als der Durchmesser des Aequators; vergl. §. 61. Huygens und Neuton behaupteten dieses aus theoretischen Gründen, und die Gradmessungen im verflossenen Jahrhundert, besonders diejenigen der Franzosen und Schweden bestätigten es vollkommen. Beim Saturn, Jupiter und Mars ist eine ähnliche Abplattung sehr bemerklich; beim Uranus fand sie Herschel ebenfalls.

b) Die Erde ist von einer Atmosphäre umflossen. Bei Mercur und Venus beobachtete Schröter gewisse Lichtveränderungen, die auf Stralenbrechung in der Atmosphäre dieses Planeten deuten. Um den Mars bemerkte v. Hahn einen wahrscheinlich auch durch Stralenberchung be-

wirkten und somit auf eine Atmosphäre deutenden lichten Kreis. An dem Jupiter unterscheidet man (mittelst guten Fernröhren) einzelne dunkele Streifen, die unter einander fast parallel laufen, und unseren Wolken zu ähneln scheinen. Die Atmosphäre der Ceres und Pallas sind sehr groſs und dicht und dadurch den Atmosphären der Cometen ähnlich.

c) Die Erde ist zum Theil mit Wasser bedeckt. Die Atmosphäre der Planeten lassen ebenfalls auf Vorhandenseyn des Wassers auf ihrer Oberfläche schliessen. Die heitere wolkenleere Atmosphäre von Venus und Mercur, lassen auf eine geringe Wassermenge schliessen; der Mars scheint hierin der Erde nahe zu kommen; Jupiter und wahrscheinlich auch Saturn und Uranus hingegen scheinen noch von Wasser umflossen zu seyn. Unter den Trabanten können wir nur vom Monde (nach Schröters Beobachtungen) auf eine fast gang trockne Oberfläche schliessen.

d) Die Oberfläche der Erde ist uneben und bergigt, (welche Unebenheiten indeſs gegen die Grösse der Erde verschwinden, und nicht daran hindern sie als eine Kugel zu betrachten). Der Mercur hat nach Schröters Beobachtungen im Verhältniſs zu seinem Halbmesser 8 mal höhere Gebirge als die Erde, und die Venus steht ihm hierin wenig nach; nach S. Bestimmungen giebt es Berge auf diesen Planeten von 22500 Toisen Höhe. Nach denselben Beobachtungen giebt es auf dem Monde Berge von 25000 Par. Fuſs Höhe; d. i. mehr als $\frac{1}{5}$ höher als der höchste Erdberg, und im obigen Verhältniſs fast 5 mal so hoch als dieser. (Schon das

blosse Auge unterscheidet Flecken im Monde, denen die Astronomen eigene Namen gegeben haben; und die Mondkarten dienen dazu, sich über die äussere Gestalt des Mondes vollkommener zu orientiren).

e) Die Erde ist ein dunkeler Körper und wird vorzüglich von der Sonne beleuchtet; das Licht welches sie vom Monde erhält, ist ohngefähr 500 mal schwächer als das Sonnenlicht, und stammt wie das Licht der Planeten überhaupt von der Sonne ab, ist also ein aufgefangenes und zurückgeworfenes oder erborgtes Licht. Bei Mercur und Venus bemerkt man durch Fernröhren nach ihrem verschiedenen Stande gegen die Sonne, Zu- und Abnahme ihres milden und schönen Lichtes. Gehen sie vor der Sonnenscheibe vorüber (durch die Sonne), so kehren sie der Erde ihre Schattenseite zu, verfinstern die Sonne und erscheinen schwarz. Jedoch hat man aus einzelnen Beobachtungen an der Nachtseite der Venus, auch auf einen schwachen Grad von Selbstleuchtung geschlossen; etwas ähnliches zeigen die neuentdeckten Planeten, vorzüglich die Vesta. Dieser kleinste unter den bekannten Planeten, erschien gleich bei seiner Entdeckung als ein heller Stern wenigstens von der sechsten Grösse, während Pallas, Ceres und Juno in nicht viel grösseren Entfernungen, bei 6, 3 und 5mal grösserem Durchmesser, kaum als Sterne der 7ten und 8ten Grösse erschienen; und ohnerachtet dieses lebhaften Lichtes, erscheint die Vesta in den besten Fernröhren, nur wie ein fast nicht mehr sichtbarer Fixsternenpunct von noch nicht $\frac{1}{2}$ Secunde im Durchmesser. Schröter vermuthet daher wohl mit Recht hier

einen zum Theil selbstleuchtenden Planeten zu haben; wahrscheinlich steht er in dieser Hinsicht zwischen den übrigen Planeten und den (selbstleuchtenden) Cometen ohngefähr in der Mitte. — Bei dem Mars hat man ähnliche Beobachtungen wei beim Mercur und Venus über die Ab- und Zunahme seines röthlichen Lichtes gemacht. Jupiter unter allen Planeten der gröſste und glänzendste, Saturn und Uranus zeigen uns Verfinsterungen ihrer Trabanten, die wie unsre Mondfinsternisse durch den Schatten der Hauptplaneten hervorgebracht werden.

f) Man unterscheidet in der Astronomie Sterne erster, zweiter, dritter, vierter Grösse u. s. f. Fixsterne der ersten Grösse pflegt man solche zu nennen, die bei heiterem, aber nicht mondhellen Himmel dem blossen Auge sichtbar werden, wenn die Sonne 12° unter dem Horizont ist. Zu den Sternen der zweiten Grösse gehören diejenigen, welche sichtbar werden, wenn die Sonne 13° unter dem Horizont ist; und so giebt jeder Grad mehr, eine neue Classe. Mit solchen ohngefähren Bestimmungen ist man bis auf 6, oder für recht scharfe Augen bis auf 7, gegangen; mit Hülfe der Fernröhre kann man aber noch viel weiter gehen; wie denn auch wirklich mehrere Astronomen, z. B. Herschel von noch viel höheren Sterngrössen sprechen. — Da sich die Venus nicht sehr weit von der Sonne befindet, so erscheint sie bald als Morgen- bald als Abendstern.

g) Die Trabanten beständige Begleiter (Satellites) bewegen sich um die Hauptplaneten und mit diesen zugleich um die Sonne. Die Erde hat an

dem Monde einen solchen Begleiter. Vier der Art entdeckte zuerst Simon Mayer (gegen Ende des Novembers 1609, vergl. ejusd. mundus jovialis a. 1609 detectus ope perspicilli belgici. Norimb. 1614) und bald darauf Gallilä (Opere Tom. II. p. 1.) um den Jupiter sich herum bewegend; und so wie der Mond der Erde stets dieselbe Seite zukehrt, so fand dasselbe auch Herschel bei zwei Jupitersmonden. Von den sieben Trabanten des Saturn (die man wie die Uranustrabanten nur durch starke Vergrösserung sieht) waren fünfe schon im 17ten Jahrhunderte von Huygens und dem älteren Cassini entdeckte; die anderen beiden entdeckte Herschel den 28sten August und den 17ten September 1789; so wie auch die sechs Monde des Uranus von ihm zuerst gesehen wurden (Vergl. Bode's Astron. Jahrb. 1801. S. 231). Der Mond umläuft die Erde innerhalb 27 Tagen 7 Stunden, 43 Minuten und 11 Secunden einmal; welches man die siderische Umlaufszeit des Mondes, oder auch den periodischen Monat nennt. Nach Verlauf dieser Zeit erscheint er wieder bei demselben Fixsterne, bei dem man ihn zuvor gesehen hatte. Er rückt dieser Angabe zufolge täglich um 13° 10′ 35″ von Westen nach Osten unter den Fixsternen fort, und seine gröſste Entfernung von der Erde (Erdferne, Apogaeum) beträgt ohngefähr 64,3 Erdhalbmesser oder ohngefähr 56480 geographische Meilen, während er in der kleinsten Entfernung (Erdnähe, Perigaeum) fast 48020 geographische Meilen oder ohngefähr 55,5 Erdhalbmesser (bei der mittleren Entfernung mithin 59,9 oder fast 60 Erdhalbmesser) von der Erde

absteht. Bewegt sich der Mond auf seiner Bahn, zwischen Erde und Sonne (so, daſs er mit der Sonne in der Zusammenkunft oder Conjunction ist, mit ihr fast zugleich auf und untergeht), so ist seine von der Sonne beleuchtete Seite von der Erde abgekehrt, und wir haben Neumond (Novilunium); nach ohngefähr 7 Tagen erscheint er nur zur Hälfte erleuchtet und steht ohngefähr im Meridian wenn die Sonne untergeht; welches man das erste Viertel (quadratura prima) nennt. Sein Licht wächst jetzt (Luna crescens) und nach Verlauf von etwa 14 Tagen geht er auf, wenn die Sonne untergeht. Er heiſst jetzt Vollmond (Plenilunium), wir sehen seine ganze erleuchtete Seite und die Erde steht nun zwischen ihm und der Sonne, oder wie man sagt: im Gegenscheine oder in Opposition mit der Sonne. An den folgenden Abenden geht er nun immer später auf, als die Sonne untergieng; die vorhin zuerst hellgewordene Seite wird täglich dunkeler, und am 21sten Tage, wo er um Mitternacht aufgeht ist er nur noch zur Hälfte erhellt, und dieses nennt man das lezte Viertel. Sein Licht nimmt jetzt immer mehr ab (Luna decrescens) bis er nach 27—28 Tagen wieder als Neumond erscheint. Man nennt diese Lichtwechsel (oder Mondphasen, phases lunae) Mondbrüche, und sie bezeugen deutlich, daſs das Mondlicht von der Sonne abstammt. Da die Erde während dieses Lichtwechsels selbst einen Theil ihrer Bahn um die Sonne beschreibt, so kann auch die Zeit von einem Neumonde zum anderen oder von einem Vollmonde zum anderen, die sogenannte synodische Um-

laufszeit oder der synodische Monat, dessen mittlere Umlaufszeit 29 Tage 12 Stunden 44 Minuten und 3 Secunden beträgt, nicht mit der zuvor angegebenen Umlaufszeit übereinstimmen. (12 synodische Monate sind = 354 Tage 8 Stunden 48 Minuten und 38 Secunden, und bilden das Mondenjahr, dessen Unterschied mit dem Sonnenjahre in der Chronologie die Epacten genannt wird). Die Bahn des Mondes um die Erde würde eine Ellipse und die Erde im Brennpuncte dieser Ellipse seyn, wenn er nicht durch gewisse, mit Hülfe der höheren Mechanik und Analysis zu berechnende Störungen (Perturbationes) vermöge seiner Anziehung zur Sonne, zur Venus und zum Jupiter, zu Ungleichheiten der Bewegung (inaequalitates motus) während seines Laufes gebracht würde. Aehnliche Perturbationen erleidet auch die Erde bei ihrer Bewegung um die Sonne, vorzüglich durch Venus und Jupiter und auch durch den Mond selbst, und mehrere der übrigen Planeten. Euler, Tobias Mayer, Mason, Bürg u. a. haben sowohl für die Bewegung der Erde und des Mondes, als auch für die Bewegung anderer Planeten und ihrer Monde Tafeln entworfen, die mit genauen Beobachtungeu fast ganz vollkommen übereinstimmen. — Die Monde des Jupiter umlaufen denselben, den Beobachtungen der Astronomen zufolge:

der erste	in 1 Tag.	18 St.	27 Min.	33 Sec.;	
zweite	— 3 —	13 —	13 —	42 —	
dritte	— 7 —	3 —	42 —	33 —	
vierte	— 16 —	16 —	32 —	8 —	

ihre Bahnen sind übrigens fast ganz in der Ebene der

Bahn ihres Planeten. Die Umläufe der Saturnus-Trabanten (von den die beiden nächsten [ersten] die zulezt entdeckten sind) finden statt; bei dem

ersten	in	0 Tag.		22 St.		39 Min.		58 Sec.;		
zweiten	—	1	—	8	—	52	—	54	—	
dritten	—	1	—	21	—	18	—	16	—	
vierten	—	2	—	17	—	44	—	51	—	
fünften	—	4	—	12	—	25	—	11	—	
sechsten	—	15	—	22	—	41	—	13	—	
siebenten	—	79	—	7	—	53	—	43	—	

befindet sich die Erde in ihrer mittleren Entfernung vom Jupiter, so erscheinen die Trabanten, den Halbmesser des Jupiters zur Einheit angenommen, in ihrer gröſsten Entfernung ost- oder westwärts vom Jupiter, in folgenden Weiten: 5,67; 9,00; 14,38; 25,30; welche Abstände sich dem Beobachter auf der Erde unter folgenden Winkeln darstellen: 1′ 51″; 2′ 57″; 4′ 42″; 8′ 16″. Die Entfernungen der Saturnustrabanten von ihrem Hauptplaneten, in Halbmessern desselben betragen: 2,80; 3,63; 4,50; 5,80; 8,09; 18,67; 54,20; ihre scheinbaren Abstände: 0′ 27″; 0′ 35″; 0′ 43″,5; 0′ 56; 1′ 18″; 3′ 0′; 8 42″,5 bei der mittleren Entfernung der Erde vom Saturn; die Abstände und Umlaufszeiten der Uranustrabanten giebt, nach Herschel, folgende Tafel an:

		Abstand.		Umlaufszeit.
der I Trab.	-	0′ 25″,5	-	5 T. 21 St. 25′
II —	-	0 33 ,0	-	8 — 17 — 1
III —	-	0 38 ,6	-	10 — 23 — 4
IV —	-	0 44 ,2	-	13 — 11 — 5
V —	-	1 28 ,4	-	38 — 1 — 49
VI —	-	2 56 ,8	-	107 — 16 — 40

Bei zu grosser Annäherung verschwinden (nach H.) diese Trabanten dem Auge des Beobachters, durch das verhältnifsmässig zu starke Licht des Hauptplaneten öfters ganz; was man bei den Trabanten anderer Planeten nicht bemerkt hat. Vergl. Bode's Astron. Jahrb. f. d. J. 1801. S. 232—244.

h) Ohnerachtet der Mond (und wahrscheinlich alle übrigen Trabanten gegen ihre Hauptplaneten, s. oben) der Erde stets eine Seite zeigt, und die andere von der Sonne nach und nach ebenfalls beleuchtete Seite, von uns nie gesehen wird, so sind doch die Gränzen zwischen beiden Hälften, wie dieses schon Gallilä̈i bemerkte, nicht immer dieselben; sondern es erscheinen vielmehr an dem Rande der uns sichtbaren Mondscheibe, von Zeit zu Zeit dunkelere Stellen der anderen Hälfte, während von der diesseitigen zuvor gesehene Flecken verschwinden, aber auch nach einiger Zeit wiederkehren. Die Astronomen nennen diese periodische scheinbare Veränderung der Lage des Mondkörpers, das Schwanken oder die Libration des Mondes; und betrachten es als den Erfolg des Winkels den die Mondbahn mit der Ecliptik macht, und seiner ungleichförmigen Bewegung um die Erde. Aus jenem Verhältnifs des Mondes zur Erde, dafs er ihr stets eine Seite zukehrt, folgert man, dafs er sich innerhalb eines periodischen Monats einmal um seine Axe drehe; indefs haben berühmte Mathematiker und Astronomen, z. B. Kepler und Wallisius aus Gründen an der Axendrehung des Mondes gezweifelt. Vergl. Lichtenberg: ob sich der Mond um seine Axe drehe? Im Göttinger Taschenkalender 1796. Laplace in s.

Mechanique celeste T. II; in der Burkhardschen Uebersetz. S. 405; und oben §. 66. Dafs übrigens der Mond von der Erde (verhältnifsmässig weit stärker als wie die Erde von ihm) auch beschienen werde, zeigt schon die bekannte Beobachtung, dafs man ein paar Tage nach dem Neumonde, wenn der Mond wie eine Sichel erscheint, bei heiterer Luft oft die ganze Mondscheibe erkennen kann.

i) Bildete die Mondbahn um die Erde eine vollkommene Ellipse und läge sie ganz in der Ebene der Ecliptik, so würde der Mond bei jedem Neumonde zwischen Sonne und Erde in gerader Richtung erscheinen, uns die Sonne verdunkeln, und so das Phänomen der partiellen oder totalen Sonnenfinsternifs (Eclipsis solis) oder vielmehr Erdfinsternifs gewähren; eben so würde bei jedem Vollmonde die Erde gerade zwischen Mond und Sonne treten, und dadurch partielle oder totale Mondfinsternifs (Ecclipsis lunae) bewirken. Die Bahn des Mondes ist aber gegen die Ecliptik um 5° 9′ 8″ geneigt, weshalb er zur Neu- und Vollmondszeit über oder unter derselben erscheinen kann; und mithin jene Finsternissen nicht unbedingt eintreten müssen. Indefs durchschneidet die Mondbahn die Sonnenbahn (Ecliptik) scheinbar in zwei gegenüberstehenden Puncten, die man Knoten (aufsteigender Knoten nodus ascendens ☊, niedersteigender Knoten nodus descendens ☋, oder auch Drachenkopf oder Drachenschwanz) nennt, zu denen die Lage des Neu- und Vollmonds nicht immer dieselbe ist. Die Sonnenfinsternifs tritt daher ein, wenn der Mond in

der obigen Stellung zwischen Sonne und Erde (zur Neumondszeit) zugleich in seiner Knotenlinie (Linea nodorum) oder nahe dabei ist Der Mondschatten bedeckt, wenn er auch die Erde erreicht, nur einen kleinen Theil ihrer Oberfläche auf einmal, und nur den hier liegenden Orten wird die Sonne total verfinstert; die anderen Orte hingegen, die nur vom Halbschatten getroffen werden, haben nur eine partielle Sonnenfinsternifs; und die unbeschatteten gar keine. Auch wird aus gleichen Gründen, den verschiedenen Orten die Sonne nach und nach verdunkelt, und hört auch zu verschiedenen Zeiten auf. Trifft der Kernschatten des Mondes die Erde gar nicht, so entstehen die ringförmigen S. Finsternisse, die an solchen Orten, worüber der Mittelpunct des Halbschattens geht, zugleich central sind. — Die Mondfinsternifs findet ebenfalls (zur Vollmondszeit) unter der Bedingung statt, dafs der Mond nahe bei der Knotenlinie seiner Bahn ist; wo denn der Erdschatten auf den Mond geworfen diesen partiell oder total verdunkelt der manchmal bei totalen Mondfinsternissen bemerkte röthliche Schimmer, rührt von der in der Folge zu untersuchenden Brechung der Sonnenstralen in der Erdatmosphäre her). An allen Orten der Erde wo der Mond zur Zeit der Mondfinsternifs sichtbar ist (wo er mithin in den Erdschatten tritt und von der Erde der Sonnenstralen beraubt oder verdunkelt wird) sieht die Mondfinsternifs gleich aus, fängt zu derselben Zeit an und hört auch zu gleicher Zeit wieder auf. Zur besseren Verdeutlichung der Sonn- und Mondfinsternifs vergl. man Fig. 11, und denke sich im ersteren

Falle die Sonne hinter L; im lezteren hinter T. — Einen Venusmond wollten FONTANA 1645 zu Neapel, CASSINI 1646, SHORT in England 1740, MONTAIGNE in Frankreich, und RODKIER und HORREBOV in Kopenhagen, und v. MONTBARRON zu Auxeron 1764 gesehen haben; eine Beobtung die sich späterhin nicht bestätigt hat.

k) Ursprünglich leuchtend und mit ihrem Lichte die Planeten erhellend erscheint die Sonne und die sogenannten Fixsterne, die vermöge ihrer grossen Entfernung von unserem Planeten stets an derselben Stelle (abgesehen von ihrer scheinbaren Bewegung) wieder gesehen werden; und zwar rücksichtlich ihrer Grösse und ihres Glanzes sehr von einander abweichen, die jedoch sämmtlich unter einem so kleinen Winkel sichtbar werden, daſs wir denselben nicht zu messen vermögen, und mithin ihre Grösse mit Genauigkeit nicht bestimmen können. Dem ohnerachtet glänzen sie lebhaft; und dieses bürgt für ihre Selbstleuchtung, und läſst die Vermuthung zu, daſs sie auch wie die Sonne untergeordnete Weltkörper (Cometen, Planeten und Trabanten) beleuchten, mithin eben soviel Centralkörper von eben so vielen Sonnensystemen als wie sie selbst sind darstellen. Die Sonne durch das Fernrohr betrachtet, erscheint vollkommen rund und scharf begrenzt, umgeben von einer leuchtenden Atmosphäre, die wahrscheinlich (HERSCHEL und BODE zufolge) einen dunkelen Körper einschlieſst, den sie nicht unmittelbar zu berühren, sondern davon noch durch eine (vielleicht aus Metalldämpfen oder Luften bestehende) lichte dunstartige Hohlkugel getrennt zu seyn scheint; daſs

diese Hohlkugel dunstartig ist, ergiebt sich schon aus ihrer runden Gestalt, die sonst durch die Rotation sich längst zur Ellipse umgebildet haben müſste, und uns unter derselben Form die Sonne erscheinen lassen würde. Wäre unsere Sonne so weit wie z. B. der nächste Fixstern (wahrscheinlich Arcturus), d. i. etwa 400000 Erdweiten von uns entfernt, so würde sie verschiedenen Berechnungen zufolge das Ansehen der Fixsterne haben, und bei einer Entfernung, die den weitesten mittelst der Fernröhre unterscheidbaren Fixsternen gleich käme, d. i. eine Entfernung wo das Licht (vergl. §. 34. N. 9.) mehrere Jahrtausende gebraucht, um zu unserem Auge zu gelangen (während es zur Bewegung vom nächsten Fixsterne aus zu uns etwa 6 Jahre nöthig hat), würde sie vielleicht dem besten Fernrohre verschwinden.

1) Zur leichteren Unterscheidung der Gestirne, hat man sie von den ältesten Zeiten her in verschiedene Abtheilungen gebracht, und diese mit Namen belegt, die theils auf ältere Mythen ehemaliger Völkerschaften, theils auf climatische Verhältnisse derjenigen Länder, wo die Beobachtungen zuerst angestellt wurden, Bezug haben, und in dieser Hinsicht öfters für die Geschichte der Wissenschaft von Werth seyn können; vergl. §. 11. N. 2 u. 3. Man nennt diese Abtheilungen Sternbilbilder (Asterismi, Constellationes, Figurae coelestes); mehrere davon verdanken ihre Auffindung und Benennung der neueren Zeit. Die einzelnen Sterne der Sternbilder bezeichnet man gewöhnlich mit Buchstaben oder Zahlen, seltener mit besonderen Namen; und in den Verzeichnissen von

Fixsternen (Catalogi fixarum), sind die zur genauen Bestimmung der Lage eines jeden Sterns auf der Weltkugel erforderlichen astronomischen Angaben enthalten. Ausserdem hat man als Hülfsmittel zur Sternkunde künstliche Weltkugeln (Globi coelestes), Sternkarten, Sternkugeln und Coniglobien u. m. dgl.; vergl. J. Bayeri Uranometria. Aug. Vind. 1643. Jo. Gabr. Doppelmayeri atlas novus coelestis. Norimb. 1742. Chr. Bened. Funke, Anweisung zur Kenntniſs der Gestirne vermittelst zweier Sternkugeln. Leipzig 1770. J. E. Bode, Anleitung zur Kenntniſs des gestirnten Himmels. 7te Auflage. Mit vielen Kupfern und einer grossen Himmelscharte. gr. 8. Berlin 1801. Dessen Beschreibung und Gebrauch obiger Himmelscharte, mit einem durchscheinenden Horizont, 23 Zolle im Durchmesser. Dessen Erläuterung der Sternkunde und der damit verwandten Wissenschaften. 3te Aufl. 2 Bde. m. Kpfn. gr. 8. Berlin 1808. Dessen kurzer Entwurf der astronomischen Wissenschaften, zu Vorlesungen mit 7 Kpfn. 8. Berlin 1794. Dessen Vorstellung der Gestirne auf XXXIV Kupfrtfln. Nach der Pariser Ausgabe des Flamsteedschen Himmelsatlas. gr. 4. Berlin 1782. Dessen Beschreibung und Gebrauch einer Weltcharte in zwei Hemisphären. Berlin 1793. Dessen Ptolomäus, Beobachtung und Beschreibung der Gestirne, mit Erläuterungen etc. Nebst einer Charte. gr. 8. Berlin 1795. Ejusd. Uranographia, sive Astrorum Descriptio viginti Tabulis aeneis incisa, ex recentissimis et absolutissimis astronomorum observationibus. (Auch mit deutschem und französischen Texte) m. Chart.

im gröſsten Format. Berlin. Dessen allgem. Betrachtungen über das Weltgebäude. 3te Auflage. Berlin 1807. 8. — J. H. Voigt's Lehrb. einer populären Sternkunde etc. m. Kpfn. Weimar 1799. gr. 8. — J. T. Mayer Lehrbuch über die phys. Astronomie, Theorie der Erde und Meteorologie. Mit 2 Kpfn. Göttingen 1805. 8.

m) Nur der geringste Theil der Fixsterne ist in den Sternenverzeichnissen nachzuweisen, die Zahl dieser Sonnen ist unermeſslich groſs. Das was das unbewaffnete Auge für blossen Lichtschimmer hält, löst sich mit Hülfe der Dollondischen Fernröhre oder des Herschelschen vierzig schuhigen Spiegelteleskops in gedrängt voll stehende Sterngruppen auf, als Lichtpuncte auf dem dunkelen Himmelsgrunde hervortretend. Vorzüglich in die Augen fallend ist eine solche oft teleskopisch ziemlich deutliche Sternanhäufung, in der sogenannten Milchstrasse (Jacobsstrasse, oder besser Sternengürtel, Sternendiadem, Lichtzone Via lactea), die als lichtschimmernder Bogen, das ganze Sternengewölbe, fast in der Lage eines gröſsten zusammenhangenden Kreises der Sphäre, in ungleicher Breite umgiebt. Herschel sah einst durch das Feld seines unbeweglich aufgestellten zwanzigfüssigen Teleskops, das etwa 2½ Grad faſst, in einer Viertelstunde mehr als 116000 Sterne der Milchstrasse passiren, und zwar nur die deutlich zählbaren gerechnet. Ein andermal sah derselbe berühmte Astronom durch das etwa 15 Minuten fassende Sehfeld seines Teleskops, an einer gewissen Stelle der Milchstrasse innerhalb 41 Minuten Zeit, einen dichten Sternhaufen durchgehen, der nach einer ohn

gefähren Schätzung aus wenigstens 258981 Sternen bestand; und von den 2000 Nebelsternen, Sternhaufen und Nebelsternen, von denen H. bereits in Bode's astronom. Jahrb. 1791 u. 1794 ein Verzeichnifs lieferte, gestand er selbst ein, dafs hiemit nur erst der geringste Theil, der von uns sehungsmöglichen Fixsternaggregate angegeben sey. Selbst die sogenannte Erdenweite (Entfernung von der Erde bis zur Sonne) die etwa 21 Millionen Meilen beträgt, ist zu unbeträchtlich, um für die Entfernungen jener Fixsterne, die noch ausser den Grenzen der Milchstrasse zu liegen scheinen, zum brauchbaren Maasstabe zu dienen; ja hier dürfte vielleicht kaum die Entfernung des nächsten Gestirns, des Arctur, oder des nicht viel weiter entlegenen, unter allen am meisten glänzenden Sirius zu jenem Zwecke hinreichen. Wie die Theilung des Räumlichen ins Unendliche geht, so auch die Ausdehnung desselben; und dem schwachen Sohne der im bekannten Weltraume zum Atome verschwindenden Erde, bleibt hier nur stille Verehrung desjenigen übrig, der, wo nur Bahnen möglich waren, im fröhlichen Kreise sich drehende Welten seiner schaffenden Hand entsteigen liefs.

n) Nach Herschel's Annahme ist die Gestalt der Milchstrasse die eines länglichen unregelmässigen Doppelstreifens; nach einer anderen die einer wirklichen Sphäre, deren Mittelpunct unserer Sonne ziemlich nahe steht. Die Sterne der Milchstrasse liegen nämlich (in Vergleichung mit den übrigen Sternen) nicht wirklich näher beisammen, sondern hinter einander in unermefslicher Tiefe, und des-

halb scheinen sie dorthin wo sie von der Seite oder der Fläche noch gesehen werden, gedrängter als in den übrigen Himmelsgegenden zu stehen; wie in einem Walde die in langen Reihen hinter einander stehenden Bäume angehäufter zu seyn scheinen, als die welche zur Seite neben uns stehen. Jedes Sonnensystem, mithin auch das unsere (welches vermuthlich etwas seitwärts ausser der, der Länge nach mitten durch dieses Fixsternensystem gehenden Ebene liegt, indem die scheinbare Gestalt der Milchstrasse nicht völlig ein gröſster Kreis der Himmelskugel ist, sondern dem Südpol um 10 Grade näher vorbei geht, als wie dem Nordpole) ist hier wahrscheinlich in einer flachen scheibenförmigen Gestalt aufgestellt, und alle Sterne, die wir längs der gröſsten Durchschnittsebene dieser Schicht nach allen Seiten im Kreise herum sehen, werden zur Milchstrasse gehören, während die übrigen seitwärts stehenden vielleicht als lezte Enden entfernterer Milchstrassen, an der uns sichtbaren Himmelskugel zerstreut erscheinen. Mehrere Astronomen setzen den Centralkörper dieser Milchstrasse zu der unsere Sonne gehört, und um welchen sich das ganze Fixsternenheer bewegt, in den hellglänzenden Sirius, andere vielleicht mit eben so vielem Rechte, in die Gegend des Orions, und halten hier einen der sichtbaren nebelartigen Weltkörper für die Centralsonne; auch selbst in diesem Falle, würde unsere Sonne nicht um viele Fixsternenweiten von dem Mittelpuncte entfernt seyn, ohnerachtet wir dem Adler, Pfeile, Schwane etc. näher zu liegen scheinen, als dem gegenüber stehenden Orion, weil sich uns dort

die Milchstrasse breiter und heller mit zerstreuteren Sternen zeigt, als beim Orion. Jenes getheilte Aussehen der Milchstrasse erklärt sich daraus, daſs eine grosse Anzahl der Fixsternenbahnen in eine gemeinschaftliche Ebene fällt, die von einer zweiten gleichfalls an Bahnen reichen Ebene, etwas entfernt liegt, während in der Mitte beider nur wenigere (vielleicht minder leuchtende und unvollkommenere) Fixsterne gefunden werden. Wahrscheinlich existiren aber mehrere untergeordnete Centralsonnen, einzelner zum Ganzen gehörender Fixsternsysteme, ausser der in der Gegend des Orion oder des Stiers angenommenen grossen. Hieher würden dann die glänzenden Sterne gehören, welche man in vielen rundlichen nebelartigen Weltgebäuden unter mehreren kleineren teleskopischen Sternen entdeckt hat, die nicht sowohl nach dem Mittelpuncte zu, sondern weiter gegen die eine Seite hin, in der Nähe des einen Brennpunctes der Ellipse liegen, und sich zu den übrigen Sternen oder Lichtmassen ihres Systems fast wie der (bald zu erwähnende) Kern des Cometen zu seinem Schweife zu verhalten scheinen; daſs übrigens die Fixsterne eine gemeinschaftliche Bewegung haben, hat die neuere Astronomie aus mehreren Erscheinungen mit Grunde als der Wahrheit gemäſs aufgestellt. Mit dieser eigenthümlichen Bewegung muſs aber nicht die scheinbare verwechselt werden, welche entsteht, wenn (nach Herschel und Prevost) unsere Sonne mit allen ihren Begleitern ihren Ort im Weltraume ändert; noch weniger die in der Folge zu berührende durch die Bewegung der Erde hervorgebrachte

scheinbare, sondern eine wirkliche Fortbewegung der ganzen Weltkörpermasse der Milchstrasse, welche sich zu der eigenthümlichen Kreisung jedes einzelnen Sonnensystems etwa verhält, wie der Lauf der Erde um die Sonne, zu der gleichzeitig mit diesem Umlaufe gegebenen Fortrückung sammt der Sonne, den Cometen, Planeten und Trabanten. Dieses Fortrücken der Fixsterne kann aber auch selbst dann nicht viel über eine Secunde an unserem Firmamente (für unsere Beobachtung) betragen, wenn sich der einzelne Fixstern selbst um eine Erddurchmessersweite fortrollt. Jene allgemeine Centralsonne unserer Milchstrasse, ist nach obiger Annahme, das allen Beobachtungen zufolge, mehr wie jede ähnliche Masse ausgedehnte Nebellicht im Schwerdte des Orion, welches sich nicht in einzelne Sterne auflöst. In der Gegend des Orions findet die stärkste Sternanhäufung in der Milchstrasse statt; in der des Sirius die geringste. Diejenige welche diesen lezteren für die Centralsonne halten, erklären die hier gegebene geringere Sternanhäufung daraus, daſs der Sirius für uns, die wir nicht genau in der gröſsten Ebene der Milchstrasse liegen, nach der Seite hinaus steht, wo uns die Milchstrasse am schmälsten und mindest schimmernden erscheint. Daſs übrigens die Fixsternbewegung wie jede selbstständige anschaubar organische (vergl. §. 36 u. 57.) nicht geradlinigt, sondern krummlinigt, und wenn auch nicht in sich selbst vollkommen zurückkehrend doch in immer weiteren kreisartigen Bahnen sich versuchend statt finde, folgt schon aus der Beziehung zu einem in der Mitte liegenden grösseren

Körper, und daraus, daſs bei jeder geradlinigten Bewegung in jedem Augenblicke des Fortschreitens die ehemaligen Verbindungen total aufhören müſsten. Schon aus diesen Gründen ist eine sonst angenommene geradlinigte Bewegung unseres Sonnensystems nach einem Sterne des Herkules, woraus HERSCHEL und PREVOST die allgemeine Bewegung der Fixsterne bloſs als scheinbare ableiten wollten (vergl. oben), nicht wohl denkbar. — Vergl. De motu fixarum proprio Comment. auct. TOB. MAYER in dessen opp. ineditis. Vol. I. p. 75. HERSCHELS und PREVOSTS Abhandl. übersetzt in BODE's Jahrb. für 1786. S. 259 u. 1787. S. 224, und über die eigenthümliche Bewegung einiger Sterne von PREVOST und MAURICE ebendas. 1805, S. 113 etc. J. KANTS allgem. Naturgeschichte und Theorie des Himmels etc. Königsberg u. Leipzig 1755. — LAMBERT's cosmologische Briefe über die Einrichtung des Weltbaues. Augsburg 1761. FR. SCHUBERT's theoret. Astronomie; und G. H. SCHUBERTS Ansichten von der Nachtseite der Naturwissenschaft.

o) Jene Nebelflecken oder Nebelsterne, die in Gestalt kleiner Lichtwölkchen oder schwacher Schimmer von Licht am dunkelen Himmelsgrunde hervortreten, haben wir durch die neueren Untersuchungen vorzüglich eines HERSCHELS und SCHRÖTERS theils als einfache Lichtmassen von ungeheurer Ausdehnung in einem mehr oder minder wie es scheint flüssigen Zustande, öfters einen hellleuchtenden Stern in der Mitte habend, theils als Aggregate zahlloser Fixsterne entfernter Milchstrassen kennen gelernt. Die Zahl

der zur Zeit bekannten Nebelflecken beläuft sich bereits über 2000, und der rastlose Fleiſs der genannten ehrwürdigen Forscher u. a. neuerer Astronomen, bürgt uns dafür, daſs wir von der jetzt gewonnenen Ansicht neuer Welten in der unergründlichen Tiefe des Himmels, auch zur Einsicht ihrer Verhältnisse zu unserer Fixsternenwelt und somit zu unserem Sonnensystem gelangen werden. Scheint es doch, als sollten die geheimen Bücher der Geschichte unseres eigenen Sonnensystems, mit diesen und ähnlichen Entdeckungen, jetzt wenigstens in ihren ersten Grundzügen entrollt werden. (Beim Schlusse dieses Grundrisses werden wir in dem Versuche „einer Geschichte der Natur" auf diese interessanten Gegenstände zurückkommen).

p) Aus einigen Herschelschen Beobachtungen, hat man auf Verschiedenheiten in der Grösse der einzelnen Sonnen geschlossen, jedoch noch nicht mit vollkommener Sicherheit, indem diese zur Zeit die zu Gebote stehenden Instrumente und die schwankende Angabe der Parallelaxe noch nicht zu lassen. So müſste die Kapella, welche H. drittehalb Secunden im scheinbaren Durchmesser fand (nach jener Voraussetzung, daſs die jährliche Parallelaxe der nächsten Fixsterne nicht über eine Secunde beträgt, und mithin der scheinbare Durchmesser der Erdbahn — welche wir in der geraden Zahl zu 40 Millionen Meilen annehmen — in der Gegend jener Sterne 2 Sec.) im wahren Durchmesser 50 Millionen Meilen oder 269 Sonnenhalbmesser betragen, und mithin am Umfange ihres Aequators $\frac{1}{5}$ mehr als unsere Erdbahn. Vergl. G. H. Schubert a. a. O.

q) Die Grundsätze zur Berechnung der Entfernungen der Weltkörper, sind denjenigen völlig gleich, welcher sich die Geometrie täglich bedient. Denken wir uns z. B. zwei Beobachter auf der Erde, wovon der eine den Mond im scheinbaren Horizont, und der andere gleichzeitig im Scheitelpuncte hat: so läſst sich durch Messung der Winkel bestimmen, um welchen der eine Beobachter den Mond am scheinbaren Himmelsgewölbe an einem anderen Orte sieht, als der andere. Diesen Winkel nennt man die horizontale Parallelaxe (Parallaxis horizontalis) des Mondes. Er beträgt etwa 1°. Zieht nämlich der erste Beobachter in Gedanken eine Linie zum aufgehenden Mond, und eine andere zum Mittelpuncte der Erde; der zweite aber eine dritte Linie von da durch seinen Standort bis zu dem in seinem Scheitelpuncte stehenden Monde: so ergiebt sich ein Dreieck, in welchem der Halbmesser der Erde von 860 Meilen eine bekannte Seite; der Winkel am Monde oder die Parallelaxe, so wie der rechte Winkel an der Oberfläche der Erde (beim ersteren Beobachter) zwei bekannte Winkel sind; woraus nach leichten trigonometrischen Regeln die Länge der vom zweiten Beobachter gezogenen Linie, d. i. in diesem Falle die Entfernung des Mondes vom Mittelpuncte der Erde bestimmt werden kann. Beträgt jener Winkel (zwischen den Gesichtslinien beider Beobachter) am Monde $61\frac{1}{2}$ Minute, so ist der Mond ohngefähr 48000; und beträgt der Winkel nur 54 Minuten, so ist er etwa 54700 Meilen vom Mittelpuncte der Erde entfernt; mithin beträgt sein mittlerer Abstand von der Erde ohngefähr 53100 Meilen.

Aber je weiter der Weltkörper von der Erde entfernt ist, um so geringer wird der Winkel der Parallaxe, und mithin um so schwieriger wird es die Entfernung genau zu finden. Daher ist die Mondweite von der Erde am genauesten, die der nahe gelegenen Planeten und der Sonne schwieriger, die entfernteren Planeten und der nächsten Fixsterne sehr unvollkommen oder auch wohl gar nicht auf diesem Wege festzusetzen. Bei Bestimmung der Sonnenweite, ist die halbe Dicke der Erde bei dem hierbei vorkommenden Dreieck eine zu kleine Seite; die Durchgänge der Venus (1761 u. 1769, vergl. oben) durch die Sonne gewährten indeſs den Astronomen die Möglichkeit, aus vielen Beobachtungen sehr genau die vereinigte Parallaxe der Sonne und der Venus zu berechnen, und hiernach die mittlere horizontale Sonnenparallaxe (den Unterschied ihres scheinbaren Ortes von der Oberfläche und vom Mittelpuncte der Erde aus betrachtet, also den Halbmesser der Erdkugel, vergl. oben, hiebei zum Grunde gelegt) auf $8\frac{1}{2}$ Secunde, etwa 400 mal geringer als beim Monde zu bestimmen; woraus sich wieder auf obige Weise berechnen lieſs, daſs die Entfernung der Sonne um eben so vielmal grösser, als die des Mondes sey, und mithin über 20 Millionen, fast 21 Millionen Meilen betrage. Wenn auch hiernach die Angaben der Abstände entfernter Weltkörper, bei den Astronomen öfters um tausend Meilen differiren, so verschwindet dieser Unterschied doch gegen die ausserordentlichen Entfernungen, als unbedeutender Beobachtungsfehler. Vergl. Bode's allgem. Betrachtung üb. das Weltgeb. S. 35 etc.; und über

die Parallaxe der Fixsterne: HERSCHEL in J. H. SCHRÖTERS Beiträgen zu den neuesten astronom. Entdeckungen. Herausgeg. von J. E. BODE. Berlin 1788. S. 255 etc. Aus jener Parallaxe von 8″,5 und aus dem scheinbaren mittleren Durchmesser, nach LALANDE = 32′3″,5, läſst sich die wahre Grösse des Sonnendurchmessers = 113,14 Durchmessern der Erdkugel = 194490 geogr. Meilen finden; woraus sich ferner ergiebt, daſs die Sonne ihrem körperlichen Inhalte nach 1448079 (nach anderen Bestimmungen 1382469) mal grösser als die Erde ist.

r) Zu den selbstleuchtenden Weltkörpern gehören endlich auch noch die Cometen, auch Haarsterne oder Schwanzsterne genannt; die zwar (sofern sie zu unserem Sonnensysteme gehören) von der Sonne beleuchtet werden, jedoch den gröſsten Theil ihres Lichtes, nach SCHRÖTERS neueren Beobachtungen (vergl. dessen neueste Beiträge) höchst wahrscheinlich aus sich selbst entwickeln. Es gehören diese merkwürdigen sonst für blosse Meteore gehaltenen Körper einer ganz anderen Ordnung der Dinge an, als wie die Sonnen und Planeten (nebst deren Trabanten). Während sich diese sowohl um sich selbst, als auch bei ihrem Fortrollen (wenigstens ist dieses leztere von den Planeten und Satelliten bekannt) von Westen nach Osten bewegen, hat die eine Hälfte der bis jetzt bekannten Cometen eine Bewegung von Osten nach Westen; während jene in mehr oder minder excentrischen Ellipsen ihre Bahnen um die Sonne beschreiben, bilden diese durch den uns sichtbaren Theil ihrer Bahn, wie DÖRFFEL

dieses zuerst zeigte) Bogen, die wenig von einer parabolischen Bahn abweichen, und durch ihren ganzen Umlauf äusserst lang gezogene Ellipsen. Vergl. OLBERS über die leichteste und bequemste Methode die Bahn eines Cometen aus einigen Beobachtungen zu berechnen. Weimar 1797. Oefters kommen sie bei ihren Bewegungen der Sonne ausserordentlich nahe, z. B. der vom Jahr 1769, welcher ihr 8 mal näher kam, als wie die Erde selbst in ihrem Perihelio steht, ja einige sind der Sonne selbst näher als wie der Mercur gekommen; und kehren sie dann aus der Sonnennähe zurück, so findet man ihre Atmosphäre ausgedehnter und dichter wie zuvor, was auf grosse Veränderungen durch die Sonneneinwirkung deutet. Die meisten der bisher gesehenen und berechneten Cometen, deren Anzahl sich ohngefähr seit dem Jahre 2300 vor Christi Geburt bis zur Mitte des 16ten Jahrhunderts auf 400 beläuft, nehmen jedoch ihren Weg um die Sonne innerhalb der Marsbahn (vergl. BODE's Abhandl. über die Austheilung und Lage aller bisher bekannten Planeten- und Cometenbahnen etc. Berlin 1792. 8.); es ist daher wahrscheinlich, daſs nur der geringste Theil gesehen wurde, und daſs der grössere Theil innerhalb der Bahnen der weiter entlegenen Planeten seine Sonnennähne erreicht. Nach LAMBERT (dessen cosmologische Briefe) können allein in der Bahn des Saturn 12000 Cometen der Sonne am nächsten kommen. Wie weit sie in ihrer Sonnenferne fortgehen, und ob sie, wie einige Astronomen vermuthen, wirklich in andere Fixsternsysteme eingreifen, und dadurch vielleicht öfters von ihrer

Wiederkehr ganz abgehalten werde (was z. B. mit dem J. 1770 der Fall seyn mag, der nach MESSIER's und LEXELS genauen Beobachtungen und Berechnungen innerhalb $5\frac{1}{2}$ Jahr seinen Sonnenumlauf vollenden sollte, aber seit seinem Erscheinen und auch vorher nicht gesehen wurde) kann nicht entschieden werden; indeſs müssen wir bemerken, daſs sie auch bei sehr grossen Ausweichungen (Excentricitäten) ihrer Bahnen dennoch Platz genug in den näheren mit Aether erfüllten Räumen unseres Sonnensystems haben; denn angenommen, daſs unser Sonnensystem mit dem Uranus geschlossen sey, so beträgt die körperliche Länge desselben ohngefähr 800 Millionen Meilen, und von hier bis zum nächsten Fixsterne, ist es noch 10000 mal so weit. Man hat die Bahnen der Cometen und nebst den übrigen Elementen auch die Umlaufszeiten berechnen wollen; das erstere hat sich am vollständigsten bei dem Cometen vom Jahr 1456 bewährt, der innerhalb einer 75—76 jährigen Periode regelmässig fünfmal wiedergekehrt ist, und von HALLEI auf das Jahr 1759 vorausgesagt wurde, und mit Sicherheit auf das Jahr 1834 erwartet wird. Einen anderen vom Jahr 1264, den man mit dem von 1556 für einerlei hält, erwartet man 1848 wieder, und NEUTONS Berechnung zufolge, soll der grosse Comet vom Jahr 1680, dessen Umlaufszeit man auf 1700 Jahre setzt, und den mehrere für den nach JUL. CÄSAR's Tode erschienenen halten, ihm auch früher die Entstehung der Sündfluth zuschreiben, nach 575 Jahren wiederkehren Man hat bis Ende 1803 die Bahnen von 95 seit dem Jahre 837 erschienenen berechnet, wobei der einigemal wie-

dergekommene, und zwei andere deren Wiederkehr vermuthet wird, nur einmal gerechnet ist; jedoch sind verschiedener Umstände wegen, alle Angaben der Art nicht vollkommen zuverlässig, wie schon aus dem Aussenbleiben des von 1770 erhellt. Von jenen 95 Cometen liefen in ihrer Sonnennähe zwischen Sonnen- und Mercursbahn hindurch 19, zwischen Mercurs- und Venusbahn 36, zwischen Venus- und Erdbahn 20, zwischen Erd- und Marsbahn 16, zwischen Mars- und Jupitersbahn 4. Nach Bessel beträgt die mittlere Entfernung des Cometen vom J. 1769 von der Sonne, über 3409 Millionen Meilen, die weiteste Entfernung von 8168 Meilen und seine Umlaufszeit 2089 Jahre. Die Sonne glänzt ihnen an der äussersten Grenze ihrer Bahn, nur als Sterne der ersten Grösse.

s) Sämmtliche Cometen haben ein neblichtes, haariges mehr oder weniger blasses Ansehen, zeigen in der Regel einen nach Schröters Vermuthung festen, wahrscheinlicher aber flüssigen, öfters verschiedentlich durchsichtigen, selbstleuchtenden Kern, der von einer sehr dichten, das ausstrahlende Licht schwächenden, und das Einfallen des Sonnenlichtes sehr beschränkenden wolkenartigen Atmosphäre, und dann von einem feinen, weniger als der Kern leuchtenden Lichtnebel umhüllt, und stets nach der von der Sonne, abgekehrten Seite zu, mit einem langen weniger als der Lichtnebel leuchtenden Schweife (Coma) versehen ist. Der Durchmesser des Kerns steht mit der Ausdehnung des Lichtnebels in einem Verhältnisse, wie wir es bei keinem der übrigen bekannten Weltkörper antreffen; man müſste dann

etwa jene Nebelflecke ausnehmen, die in ihrer Mitte einen kleinen Stern einschliessen. Während z. B. der Halbmesser des Cometen vom J. 1799 186½ Meile betrug, wurde der Lichtnebel schon in der Entfernung des Cometen von der Erde aus, bis zu einer Höhe von 21797 Meilen sichtbar, und der Schweif erstreckte sich wenigstens 600000 Meilen weit in den Himmelsraum. Bei anderen Cometen war der Kern von der Grösse der Jupiterskugel, und die Ausdehnung des Schweifes des vom J. 1769 betrug gegen 40 Millionen. Diejenigen welche dem Kerne das Selbstleuchten streitig machen, glaubten sich berechtigt denselben für einen Wasserball zu halten; aber auch dieser würde bei einer so ungeheuren Grösse vollkommen undurchsichtig werden; das flüssige Element des Kerns muſs daher wohl von einer anderen und zwar räumlich leicht veränderlichen Beschaffenheit seyn, denn darauf weisen die veränderlichen Grössen des Durchmessers hin, welche Schröter durch atmosphärische Verhüllung zu erklären glaubt. Die grosse Abplattung der Cometen, welche durch ihre schnelle Drehung bewirkt wird, läſst sie nicht als Späroiden, sondern als Ellipsen erscheinen, deren grössere Axe nach der Sonne gekehrt, und mithin die kleine Axe der Pole ist. Bei verschiedenen in neuern Zeiten bloſs durch Fernröhre gesehenen Cometen, war die Dichtigkeit des Kerns so groſs, daſs seine Substanz die Stralen kleiner Sterne durchlieſs, und die daher von mehreren Astronomen als vollkommen kernlose Cometen betrachtet werden. Beträchtlich grosse Cometen mit sehr langen Schweifen, wie man dergleichen noch im 17ten Jahrhun-

(162)

derte wenigstens 10 sah, sind in neueren Zeiten sparsam erschienen; im 18ten Jahrhunderte sah man zwei solche, nämlich den von 1744 und von 1769. Uebrigens hat man weder an dem von 1744 der ganz nahe bei dem Mercur vorbei ging, noch an dem von 1540, der zwischen Mond und Erde durchging, die geringsten zerstörenden Wirkungen gegen diese Planeten bemerkt. Nach der Seite des Schweifes hin, zeigt sich der Lichtnebel dichter; aber wirkliche Phasen oder Schatten, die Cassini und Calandrian an dem Cometen vom J. 1744 als dunkele Zwischenräume im Schweife nach dem Kerne hin, die sie für den Schatten des dunkel seyn sollenden Kerns hielten, gesehen haben wollten, und die schon zwei sorgfältige Mitarbeiter Chesaux und Heinsius leugneten, sind weder an dem von 1769 durch Messier noch an dem von 1799 durch Schröter gesehen worden. Wohl aber haben sowohl ältere als neuere Beobachtungen, die eines Kepler, Wendelin, Snell, Messier, Corn. Gemma und die Schröterschen mit seinem grossen 27füssigen Reflector, eine eigenthümliche vielleicht periodische fluctuirende und vibrirende Bewegung des Schweifes gezeigt; die mit anderen in der Folge zu berührenden Umständen vereint, auf die electrische Beschaffenheit des Schweifes haben schliessen lassen; wie denn überhaupt die Cometen das dritte, Thätigkeiten bestimmende (flüssige) Glied, das Band zwischen Sonne und Planeten zu seyn scheinen. Mehrere Astronomen haben die Natur und Entstehung des Schweifes auf andere Weise, z. B. durch wässrige Dünste, oder durch (zufällige) Abreissungen freier leuch-

tender Theile vom Kern, bei eintretender Sonnennähe, wobei die Sonnenatmosphäre gegen diese Theilchen repulsiv wirken soll, zu erklären versucht, aber allen diesen und ähnlichen Erklärungen mangelt die Nachweisung jener inneren durch das Ganze begründeten Nothwendigkeit, welche den Zufall verbannend, keine andere als die gegebene Erklärung nach dem zeitigen Stande unserer Kenntnifssphäre zuläfst. — Uebrigens erwartet man im Durchschnitte alle zwei Jahre einen (mit blossen Augen oder häufiger nur durch Fernröhre) sichtbaren Cometen; der jüngst lang verweilende und sichtbar bleibende, war der vom J. 1807, von einem lebhaften Lichte, und von Jupiters Grösse und 5° langem Schweife.

t) Die Erde dreht sich um ihre Axe innerhalb 24 Stunden. Die Umdrehungszeit des Mercur und der Venus setzte Schröter aus beobachteten Veränderungen der Gestalt der Hörnerspitzen (wenn die Planeten nicht ganz erleuchtet waren), bei dem ersteren auf 24 Stund. 5 Min. 50 Sec., und bei der lezteren auf 23 Stund. 20—21 Min. fest; wogegen neuerlichst Fleugorgues die ältere Behauptung des Bianchini in Schutz nahm, der zufolge sich die Venus fast in 24 Tagen um ihre Axe drehe, und Mercur mithin wahrscheinlich noch längere Zeit gebrauche. Vergl. §. 66. Die Axendrehung des Mars hat man aus der regelmässig veränderten Lage der Flecken (die vielleicht mit Wasser erfüllte Tiefe zwischen den ungeheuren Schneemassen dieses Planeten sind), auf 24 Stund. und 39 Min.; so wie die des Jupiter (auf ähnliche Weise aus dessen Flecken und Meteore an-

deutenden Streifen erschlossen) auf 9 St. 56 Min. bestimmt. Aus den Flecken des Saturn (dessen weisse Farbe und unregelmässige Kugelgestalt auf grosse Schnee oder Eismassen schliessen läſst) hat Herschel die Umdrehungszeit dieses Planeten zu 10 Stund. 16 Min. 15 Sec. augegeben; bei dem Uranus hingegen hat die weite Entfernung, und bei den neu entdeckten Planeten die geringe Grösse und dichte cometenartige Atmosphäre, die Bestimmung der Axendrehungszeit noch nicht zugelassen. — Zuweilen hat man auf der Sonnenscheibe hellere Stellen sogenannte Sonnenfackeln, noch häufiger schwarze Flecken von veränderlicher Grösse, Lage und Gestalt beobachtet; die ersteren sind wahrscheinlich Erfolge lebhafterer Lichtentwickelung durch erhöhete chemische (Verbrennnugs-) Processe auf der Sonnenoberfläche, oder in ihrer Atmosphäre (Licht- oder Photosphäre); die lezteren vielleicht nach und nach eintretendes Erlöschen der Lichtentwickelung, oder partielle Theilungen der Photosphäre wodurch der dunkele (?) Sonnenkörper entblöſst wird. Aus der Bewegung dieser Veränderungen der Sonnenatmosphäre, hat man auf eine regelmässige Axendrehung von 25 Tagen 14 Stunden und 8 Minuten geschlossen. Bei anderen Fixsternen hat man aus einigermassen ähnlichen Lichtveränderungen, auf gleiche Weise die Axendrehungszeit zu bestimmen gesucht, und so Verschiedenheiten von 3 Tagen bis zu 13 Monaten bemerkt. Z. B. hat der Stern Algol eine 3 tägige, der lichtverändernde Stern im Antonius eine 7 tägige, der in Lyra eine 13 tägige, dagegen der Mira im Wallfische 11,

und der lichtändernde im Halse des Schwans eine 13 monatliche Drehung um die eigene Axe.

u) Die Axendrehung der Erde hat zunächst den Wechsel von Tag und Nacht, und ausserdem mehrere scheinbare Bewegungen der übrigen Weltkörper zur Folge. Indem nämlich irgend ein Theil ihrer Oberfläche vor einer Reihe von Himmelskörpern durch Drehung vorüberrückt, ändert sich die Lage dieses Theils gegen dieselben, auf gleiche Weise, als ob er selbst ruhete, und sich die Himmelskörper nach der entgegengesetzten Seite vor ihm vorüberbewegten. Daſs diese aus der veränderten Lage dieser Himmelskörper erschlossene Bewegung eine scheinbare durch die wirkliche der Erde um sich selbst veranlaſste sey, zeigte in neueren Zeiten Copernicus (vergl. §. 11. N. 2. §. 64. N. 2.) zuerst wiederum, und Benzenberg (a. a. O. vergl. S. 153.) suchte es neuerlichst durch entscheidende Versuche zu bestätigen. Wäre jene Bewegung eine wirkliche, so müſsten alle Himmelskörper, auch bei den ungleichsten Bahnen in derselben Zeit ihren Weg um die Erde vollenden, was undenkbar ist; daſs übrigens die Bewegung der Erde von uns wegen ihrer grossen Geschwindigkeit nicht wahrgenommen wird, ist irrig, eher könnte die Gleichmässigkeit der Bewegung sie für uns unbemerkbar machen. — Dreht sich aber die Erde um sich selbst, so ist dadurch die Lage der Axe, und mithin aller übrigen davon abhängigen Puncte und Linien der Erdkugel bestimmt. Denken wir uns daher in der Erdkugel (Fig. 12) die Axe in der Richtung von NS, und nennen wir die Endpuncte dieser Linie, den einen

Nordpol den anderen Südpol, so wird ein in einer Entfernung von 90° von jedem Pole gezogener gröſster Kreis AQ der Aequator, die Erde in die nördliche und südliche Halbkugel theilen; und indem wir die Entfernung eines zwischen den Polen und dem Aequator gelegenen Ortes dadurch bestimmen, daſs wir durch den Ort (oder Punct) einen gröſsten Kreis senkrecht auf den Aequator ziehen, und den dadurch zwischen den Ort und den Aequator fallenden Bogen messen, so erhalten wir die (geographische) nördliche oder südliche Breite des Ortes, den durch den Ort gezogenen Kreis selbst aber, so wie alle senkrecht auf den Aequator stehende, und bei ihrer Fortsetzung mithin in den Polen sich schneidenden Kreise, nennen wir (den Meridian des Ortes) die Meridiane oder Mittagskreise. Alle Orte die unter demselben Mittagskreise liegen haben zugleich Mittag, und die in dem entgegengesetzten Halbkreise liegenden dann Mitternacht. Die Breite eines Ortes bezeichnet aber nur den Parallelkreis, unter welchem er liegt, nicht seine Lage; um diese auszumitteln, muſs der Winkel bestimmt werden, den der Meridian des Ortes mit dem Meridiane eines anderen als bekannt angenommenen Ortes macht, zugleich aber auch nach welcher Seite desselben gerechnet worden ist; man erhält dann die Beziehung des Punctes im Parallelkreise, in dem der Ort liegt, und mithin dessen Lage selbst. Jenen Winkel nennt man die (geographische) Länge des Ortes, und den angenommenen Meridian (den man jetzt gewöhnlich 20° westlich von Paris und durch einen gewissen Punct der Insel

Ferro gehend setzt) den ersten Meridian. Gewöhnlich zählt man bei der Längenbestimmung eines Ortes ostwärts vom ersten Meridian, oder man unterscheidet auch östliche und westliche Länge; und den Winkel selbst, den beide Meridiane mit einander machen, bestimmt man durch den zwischen ihnen enthaltenen Bogen des Aequators. Zur Erleichterung dieser und ähnlicher Bestimmungen, so wie zur Erläuterung der mathematischen Geographie überhaupt, welche diese Gegenstände näher untersucht, dienen die künstlichen Erdkugeln (Globi terrestres). — Blicken wir zum Himmel, so erscheint uns dieser als eine grosse hohle Kugel (Sternkugel, deren andere Hälfte wir uns unter unsern Füssen gedenken müssen), welche unsere Erde nach allen Seiten umgiebt, an ihrer Oberfläche die Gestirne enthaltend, deren verschiedene Abstände zu schätzen, dem blossen Auge, wegen der zu grossen Entfernung unmöglich wird. Die Erde selbst scheint sich dabei in eine weite Ebene auszudehnen, die mit den Weltkörpern umher zusammengrenzt; jenen Kreis in welchem die Zusammengrenzung von Himmel und Erde statt zu finden scheint, nennen wir den Begrenzungskreis, Gesichtskreis oder Horizont, und so wie hier die durch's Auge des Beobachters gehende Horizontalebene einen Horizontalkreis am Himmelsgewölbe abzuschneiden scheint, so auch die Verticalebene einen Verticalkreis, und der Beobachter glaubt im Mittelpuncte aller dieser Kreise zu stehen. Alle Erscheinungen die ihren Grund in dieser kugelähnlichen Ansicht haben, machen zusammen die spärische Astro-

nomie (Astronomia sphaerica) aus; während das mittelst des Verstandes als wirklich im Raume vorgehend Erschlossene unter dem Namen der theoretischen Astronomie begriffen wird. Man nennt jenen Horizont den scheinbaren, im Gegensatze des wahren, den eine durch den Mittelpunct der Erde mit jenem parallel gelegte Ebene, an der Himmelkugel abschneiden würde. Jene Gegend des Horizonts wo die Gestirne aufgehen, nennt man Morgen oder Osten, wo sie untergehen Abend oder Westen; und die zwischen beiden, wo sie über dem Horizonte stehen Mittag oder Süden, so wie die ihr entgegengesetzte Mitternacht oder Norden. Es rühren diese Benennungen von der Sonne her, indem man die Zeit ihres Aufganges (Ortus) Morgen, und die ihres Untergangs (Occasus) Abend nennt. Jener Punct der gerade über unserem Scheitel liegt, und den man als den Pol des Horizonts anzusehen hat, heiſst der Scheitelpunct oder das Zenith; der ihm entgegengesetzte der Fuſspunct oder das Nadir; und bestimmen wir die beiden festen Puncte an der Sternkugel, zwischen denen die parallelen Kreise der Sterne, zwischen ihrem Auf- und Untergange durch ihre Bahnen beschrieben werden, so nennen wir diere Puncte Weltpole und die zwischen beiden gedachte gerade Linie die Weltaxe. Derjenige Punct den wir über unserem Horizont haben, liegt in der nördlichen Himmelsgegend und heiſst daher der Nordpol; der ihm entgegengesetzte, unter dem südlichen Horizont liegende der Südpol; und den gröſsten Parallelkreis zwischen diesen Weltpolen

nennt man auch (vergl. oben) Gleicher oder Aequator, weil die Himmelskörper, die ihre Bahnen in ihm haben, gleichlang über und unter dem Horizonte bleiben. An solchen Orten der Erde, durch deren Zenith dieser Aequator geht (die unter der Linie liegen) verweilt jeder andere Himmelskörper über und unter dem Horizonte gleich lang. Denken wir uns einen Kreis, der durch die Weltpole und das Zenith und Nadir geht, so ist dieses ein Meridian oder Mittagskreis; indem jeder Himmelskörper zwischen seinem Auf- und Untergange auf der Mitte seines Weges ist, wenn jener Kreis durch dessen Mittelpunct geht, wodurch z. B. bei der Sonne die Mitte des Tages (Mittag) entsteht. Steht die Sonne im oberen Meridiane (in der Hälfte des Meridians über dem Horizonte) so haben wir Mittag; im unteren (in der Hälfte des Meridians unter dem Horizonte) Mitternacht (vergl. oben). Diejenige Linie auf der Erde, welche die Ebene des Meridians durch ihren Schnitt mit ihr bezeichnet, nennt man die Mittagslinie (s. oben); auf ihr liegt zu Mittage der Schatten eines senkrecht auf der Erdfläche stehenden Stift's (Zeiger's), wovon man in der Gnomonik weitere Anwendungen auf die Verfertigung der Sonnenuhren (die zu den ältesten Uhren gehören) macht. Theilt man den Horizont, wie jeden Kreis, in seine 360 Grade, so giebt der 90ste Grad von diesen Puncte, in der östlichen Gegend den wahren Ost- und in der westlichen den wahren Westpunct, so wie jene Puncte des Horizonts, durch welche der Meridian in Süden und Norden geht, der wahre Süden

und Norden heisen. Zwischen diesen vier Haupt- oder Cardinalgegenden des Horizonts liegen die Nebengegenden, deren Benennungen aus den Namen der Hauptgegenden zusammengesetzt sind. Z. B. Nordost, Südost, Südwest und Nordwest etc. die übrigen, Unterabtheilungen der Schiffsrose. Aber nicht nur der Meridian, sondern auch jeder andere aus den Weltpolen durch den Aequator gezogene Kreis, theilt die Zeit der Bewegung der Himmelskörper über und unter dem Horizonte ab; und die dadurch auf dem Aequator abgeschnittenen Theile, verhalten sich zum ganzen Aequator, wie die Zeit der Bewegung durch einen solchen Theil, zur Zeit durch den ganzen Kreis. Die Eintheilung dieser Zeiten nach den Stunden etc. hat zur Veranlassung gedient, jene Kreise auch Stundenkreise, so wie die Winkel, welche sie an den Polen mit einander machen, Stundenwinkel zu nennen; die zwischen den Schenkeln dieser Winkel enthaltenen Grade des Aequators liefern das Maas derselben. Auch der Aequator selbst (oder ein Parallelkreis von ihm) kann auf gleiche Weise wie er sonst nach Graden getheilt wird, nach Stunden, Minuten etc. eingetheilt werden. So theilt man die Zeit in welcher ein Himmelskörper den ganzen Kreis durchläuft, in 24 Stunden, mithin kommen auf eine Stunde 15 Grade (auf eine Minute 15′, auf eine Secunde 15″), weil diese der 24te Theil von 360° sind. Man nennt das eine dieser Maase Raummaas, das andere Zeitmaas; zum ersteren dient ein künstlich eingetheilter und mit Diopptern, oder einem Fernrohre versehener Kreisbogen, zum lezteren eine ganz gleichförmig gehende Uhr,

wohin die Längenuhren oder Seeuhren oder Zeithalter und die Chronometer gehören. — Geht ein Gestirn durch den Meridian eines Ortes, so nennt man diefs culminiren, und die Zeit, welche zwischen zwei aufeinander folgenden Culminationen eines Sterns verstreicht, einen Sterntag, oder einen Tag der ersten Bewegung. Liegen daher dem obigen gemäfs, zwei Orte der Erde um 15° in der Länge von einander verschieden, so wird der, welcher weiter gegen Morgen liegt, denselben Stern eine Stunde früher in seinen Meridian bekommen, als der andere; woraus sich auf den Längenunterschied beider Orte schliessen läfst. Diese Bewegung der Gestirne ist scheinbar, und Erfolg der Axendrehung der Erde (s. oben); man nennt sie die tägliche oder gemeine Bewegung, so wie den Kreis, den jedes Gestirn dadurch zu beschreiben scheint, seinem Tage- oder Parallelkreis, weil er dem Aequator des Himmels parallel läuft. So verschieden die Lage des Aequators und der Weltaxe gegen den Horizont ist, so verschieden ist auch die jener Kreise gegen ihn. Daher scheint unter dem Aequator jeder Himmelskörper in einer auf den Horizont senkrechten Ebene auf und unterzugehen, und die eine Hälfte seines Parallelkreises fällt über, die andere unter dem Horizonte (senkrechte Himmelskugel, Sphaera recta). An Orten zwischen dem Aequator und einem Pole, sind die Ebenen jener Kreise unter denselben Winkel gegen den Horizont geneigt, als der Aequator selbst, und die Bewegung der Himmelskörper geht in einer schiefen Richtung gegen ihn (schiefe Himmels-

kugel, Sphaera obliqua); unter den Polen endlich gehen sie dem Horizonte parallel, und jedes Gestirn scheint sich in stets gleichem Abstande vom Horizont herumzubewegen (gleichlaufende Himmelskugel, Sphaera parallela); und es findet weder Auf- noch Untergang statt. — Auch die Sonne scheint täglich einen Parallelkreis zu beschreiben, wodurch der Wechsel von Tag und Nacht erfolgt. Die Zeit von einem Mittag zum anderen heifst ein Sonnentag, der (weil die Sonne nicht wie die Fixsterne unverrückt bleibt, sondern sich in der Ecliptik um etwas vorwärts, d. h. von Abend gegen Morgen, mithin der täglichen Bewegnng des Himmels entgegen bewegt) um etwas länger ist als ein Sternentag. Liegen zwei Erdenorte um 15° Länge von einander ab; so hat der eine eine Stunde früher Mittag als der andere; und zwar hat ein nach der östlichen Seite des Ersteren liegender Ort, wenn es bei jenem Mittag ist, 1 Uhr, der nach der westlichen Seite um 15° Linie abwärts liegende Ort 11 Uhr etc. vergl. oben. Könnte Jemand binnen 24 Stunden die Erde umreisen, und zwar so, dafs er sich von seinem Ausgangsorte auf dem Parallelkreise in derselben Richtung fortbewegte, in welcher die Sonne am Himmel fortzugehen scheint, so würde er die Sonne während der Zeit seiner Reise nicht untergehen sehen. Gesetzt aber die Reise gehe langsamer, so wird er dennoch (wie dieses Magellan zuerst bemerkte), wenn er in der Richtung von Morgen nach Abend um die Erde reiste, am Ende einen Wechsel von Tag und Nacht (oder einen Tag) weniger haben, als wie er an dem Orte, von wo er

ausreiste, gezählt hätte; und umgekekrt, reiste er von Abend nach Morgen um die Erde, so würde er aus demselben Grunde zulezt einen Tag mehr zählen. — Legt man durch einen über dem Horizonte vorhandenen Himmelskörper einen Kreis, der zugleich durch das Zenith und Nadir geht, so nennt man den zwischen Horizont und Zenith befindlichen Quadranten desselben, einen Höhenkreis, und der Theil von ihm, der vom Horizonte bis in den Himmelskörper geht, die Höhe des Gestirns über dem Horizonte, oder seine Elevation, welche durch Grade, Minuten und Secunden dieses Bogens gemessen wird. Der ganze Kreis heifst der Vertical- oder Scheitelkreis, und es kann die Höhe jedes Punctes am Himmel (wo auch kein Stern ist) bestimmt werden; z. B. die Polhöhe oder die Höhe des Aequators, ist der in Graden und Theilen derselben ausgedrückte Bogen des Meridians, welcher sich zwischen dem Pol, oder zwischen einem Puncte des Aequators und des Horizonts befindet. Uebrigens wird durch die Höhe des Gestirns nur der mit dem Horizonte parallel laufende Kreis (das Almucantharat), in welchem es steht, bezeichnet: von Sternen die gleiche Höhen haben, sagt man daher: sie haben gleiches Almucantharat. (Einen anderen Parallelkreis mit dem Horizonte, 18° tief unter ihm, nennt man den Dämmerungskreis, weil er, wenn ihn die Sonne erreicht, die Grenze der Dämmerung bezeichnet.) Um daher die Lage des Sterns über dem Horizont vollkommen zu bestimmen, giebt man noch den Winkel, den sein Scheitelkreis mit dem Meridiane des Orts am

Himmel (sein Azimuth, welches auch durch Grade ausgedrückt wird, die man vom Meridiane zu zählen anfängt, und welches entweder östlich oder westlich ist) macht, genau an; und um die Weite oder Distanz zweier Sterne von einander zu bestimmen, legt man einen Kreis durch ihre beiden Mittelpuncte, und durch den Mittelpunct der Himmelskugel, und mifst das zwischen den Sternen gelegene kleinere Stück desselben. Von dieser Weite ist der wirkliche Abstand oder die Entfernung zweier Sterne von einander unterschieden (vergl. oben), womit man die Grösse der geraden Linie bezeichnet, die im Weltraume zwischen ihren Mittelpuncten enthalten ist, und im Längenmaase nach Meilen, Erdhalbmessern, Fixsternweiten etc. ausgedrückt wird.

v) Eine zweite scheinbare Bewegung, welche wegen der ungeheuren Entfernung nicht sowohl die Fixsterne, sondern zunächst nur die Sonne trifft, ist diejenige, welche die Erde durch ihre fortschreitende Bewegung um die Sonne bewirkt. Dadurch, dafs nämlieh die Erde in ihrer mehr oder minder kreisartigen Bahn, z. B. von A nach B fortrückt, wird es dem Beobachter auf der Erde scheinen, als wenn sich die Sonne in der entgegengesetzten Richtung am Himmel fort, und um die scheinbare stillstehende Erde herumbewege. Diese scheinbare Sonnenbahn oder Ecliptik durchschneidet den Himmelsaequator unter einem Winkel von 30° 28′; mithin macht die Erdbahn mit der Ebene des Erdaequators denselben Winkel. Jene Durchschnitte nennt man Nachtgleichen oder Aequinoctialpuncte (Frühlings- und

Herbstnachtgleichungspnnct); und ein gröſster Kreis durch beide Puncte und durch die Weltpole gezogen, heiſst der Colur der Nachtgleichen. Die 90° von der Ecliptik abstehenden Puncte der Himmelskugel nennt man die Pole der Ecliptik; jeder derselben ist von dem ihm zunächst liegenden Weltpole um 23° 28′ entfernt. Auf ähnliche Weise wie der Durchschnittspunct des ersten Meridians und des Erdaequators (s. oben) zur Bestimmung der Lage der Orte benutzt wird, so dient auch der Frühlingsnachtgleichenpunct zur ähnlichen Nachweisung der Lage der Himmelskörper; und man nennt den zwischen dem Frühlingsnachtgleichenpuncte und dem Abweichungskreise eines Gestirns enthaltenen Bogen des Aequators, seine gerade Aufsteigung (Ascensio recta). Bestimmt man hingegen die Lage der Gestirne gegen die Ecliptik, so heiſst der Abstand von ihr die Breite, so wie der zwischen dem Frühlingsnachtgleichenpuncte und ihrem Breitenkreise enthaltene Bogen der Ecliptik, die Länge derselben; bei der geraden Aufsteigung sowohl als bei der Länge, zählt man von dem Frühlingsnachtgleichenpuncte nach derjenigen Seite zu, wo der nördliche Theil der Ecliptik hinfällt. — Die Ecliptik wird in 12 gleiche Theile oder himmlische Zeichen getheilt, von denen also jedes 30° hat. Ihre Namen sind von den benachbarten Sternbildern (Widder, Stier, Zwillinge, Krebs, Löwe, Jungfrau, Waage, Scorpion, Schütze, Steinbock, Wassermann, Fische) entlehnt, und auf folgende Weise bezeichnet: ♈, ♉, ♊, ♋, ♌, ♍, ♎, ♏, ♐, ♑, ♒, ♓. Es fängt diese Einthei-

lung beim Frühlingsnachtgleichenpuncte an, und die Ordnung der Zeichen geht durch den nördlichen Theil der Ecliptik nach dem südlichen. Jene Puncte wo die Sonne die gröfste nördliche oder südliche Abweichung hat (der Anfangspunct des ♋ und ♑) nennt man Sonnenwende oder Sonnenstillstandspuncte (Puncta solstitialia) weil zur Zeit wenn sich die Sonne in ihnen befindet, sie stille zu stehen scheint, und ihre Abweichung nur sehr wenig ändert. Der Anfangspunct des ♋ (90° vom Frühlingsnachtgleichenpuncte) heifst der Sommerpunct (Solstitium aestivum), der des ♑ (auf der südlichen Seite 271° der Länge) der Winterpunct (Solstitium hibernum). Ein Kreis durch diese Puncte und die Weltpole wird der Colur der Sonnenwende genannt; und die durch dieselben Puncte dem Aequator parallel gezogenen Kreise, heisen Wendekreise (der nördliche des Krebses Tropicus cancri, der südliche des Steinbocks Tropic. capricorni) innerhalb derselben die Sonnenbahn eingeschränkt ist. Der zwischen dem Orte der Sonne und dem Frühlingspuncte (0 ♈) nach Ordnung der Zeichen gerechnete Bogen der Ecliptik, heifst die Länge der Sonne (Longitudo solis); und wenn man die Zeit, welche die Sonne braucht um ihre scheinbare Bahn zu vollenden (oder die Länge des sogenannten astronomischen Sonnenjahres = 365 Tage 5 Stunden 48 Minuten und 48 Secunden) in 360° dividirt, so kommt für die tägliche mittlere Bewegung der Sonne in der Ecliptik 59′ 8″. Der Raum den die Sonne zurücklegt ist nicht immer gleich, indem die Erde in ihrer Bahn nicht mit gleichförmiger

Winkelgeschwindigkeit um die Sonne läuft; sie steht nämlich im Sommer weiter von der Sonne und bewegt sich langsamer fort, als im Winter, und dieser Unterschied ihrer Geschwindigkeit ist so beträchtlich, daſs die Sonne im nördlichen Theile des Thierkreises fast 8 Tage länger als im südlichen verweilt; Frühling und Sommer mithin 8 Tage länger dauern als Herbst und Winter. Jedoch hat man mit Hülfe der höheren Mathematik Mittel aufgefunden, die wahre Länge der Sonne (ihren Ort in der Ecliptik) für jede Zeit zu berechnen, und so Sonnentafeln zu verfertigen, aus denen man für jeden Tag des Jahrs die Länge der Sonne, so wie ihre nördliche und südliche Abweichung in die astronomischen Calender überträgt. Zu den vorzüglicheren ersteren gehören: Tabulae motuum solis novae et correctae ex theoria gravitatis et observationibus recentissimis erutae etc. auctor. Fr. de Zach. Gothae 1792; zu den lezteren: die Pariser Connoissance des temps, die Wiener astronom. Ephemeriden und das Berliner astronom. Jahrb. etc. — Ist die Sonne in einem der Nachtgleichenpuncte angelangt, so steht sie im Himmelsaequator und mithin gerade über dem Erdaequator; ihre Stralen werden auf beide Hälften der Erde unter ganz verschiedenen Winkeln geworfen; und je schiefer sie auffallen, um so mehr ist ihre Wirkung geschwächt. Die Dauer des Tages ist daher an verschiedenen Erdorten, nach dem verschiedenen Sonnenstande ebenfalls verschieden. Die unter dem Aequator liegenden Orte haben stets Tag und Nacht gleich; in den übrigen Erdorten ist dieser Fall nur dann gegeben, wenn

die Sonne in einem der Nachtgleichenpuncte steht. Je weiter sich die Sonne vom Aequator entfernt, um so mehr nehmen die Tage in der einen Halbkugel zu, in der anderen ab; an den Polen ersetzt ein halbjähriger Tag die halbjährige Nacht. Ausser der verschiedenen Tageslänge, bewirkt die Sonne auch in ihrem verschiedenen Stande gegen die Erde, Verschiedenheit der Beleuchtung und Erwärmung der Erdorte; und hiernach theilt man die Erdoberfläche in 5 Zonen; eine heise, zwei gemässigte und zwei kalte. Theilt man die ganze Fläche in 1000 Theile, so gehen 398 auf die heise Zone; die Sonne geht hier fast lothrecht auf und unter und jeder Ort hat sie jährlich zweimal im Zenith. Der längste Tag hat nahe an den Wendekreisen höchstens $13\frac{1}{2}$ Stunde, der kürzeste $10\frac{1}{2}$. Das Thermometer fällt in den nördlichen Breiten nicht unter $15^{\circ} + 0$. Ausser besonderen Localverhältnissen, finden keine abweichenden Extreme der Wärme statt, und der Wechsel der Jahreszeiten (d. i. des einigermassen periodischen Ganges der Witterung) besteht in ziemlich regelmässiger Abwechselung von Trocknifs und Regenwetter. Diesseits der Linie trifft die Regenzeit zwischen den Frühlings- und Herbstaequinoctien; jenseits umgekehrt. Die gemässigten Zonen von den Wendezirkeln bis zu $23\frac{1}{2}^{\circ}$ von den Polen, nehmen 520 Theile ein. In der Nähe des Polarkreises nehmen die längsten Tage bis zu 24 Stunden an Dauer zu; die Dämmerung wächst und dauert nach Norden zu schon die ganze Nacht hindurch. Der Wechsel der Jahreszeit ist vierfach, die Extreme von Wärme beträchtlich. Die kalten Zonen innerhalb der

Polarkreise haben mitten unter den Polen halbjährige kalte Nächte; in $67\frac{1}{2}°$ Breite dauert der längste Tag ein Monat. Die langen Dämmerungen, wodurch Abend und Morgen fast zusammengrenzen, machen, daſs die Polarnächte als Nächte nur 3 Monate dauern. Eigentlich wechseln nur zwei Jahreszeiten; die Kälte ist sehr heftig, häufig 4 Wochen langes Gefrieren des Quecksilbers zur Folge habend; die Wärme in der Polnähe selbst im Spätsommer selten über 15° bis 16° + 0. In der heisen Zone, ist immerwährender Sommer; in der Nähe der Wendezirkel der Wechsel von Frühling und Sommer; in der Mitte der gemässigten Zone: Wechsel zwischen Frühling, Sommer, Herbst und Winter; diesseits und jenseits etwa 10° um die Polarkreise: Wechsel zwischen Sommer und Winter; an den Polen steter Winter selten durch Frühlingstage unterbrochen. — Ausserdem theilt man die Erde noch, vom Aequator bis zu den Polarkreisen auf jeder Seite in 24 Climata, an deren Grenze der Unterschied des längsten Tages $\frac{1}{2}$ Stunde beträgt; und von den Polarkreisen bis zu den Polen auf jeder Seite noch in 6, an deren Grenzen jener Unterschied einen Monat ausmacht. Nimmt man bei der Climabestimmung, auf Erwärmung und Einfluſs der Erdoberfläche, auf die Witterung Rücksicht, so unterscheidet man noch folgende: das Alpenclima, das einzelner hoher Berge, das der Gebirgsebenen, das tiefer Ebenen, das Thalclima, das waldiger Gegenden, das der Sandwüsten, das der flachen Sumpfländer, und das der Küsten und Inseln. Die specielle metereologische Geographie ertheilt hierüber nähere Belehrung. Vergl.

Kants phys. Geograph. Bergmanns physicalische Erdbeschreibung, die vorzüglichsten Reisebeschreibungen und Lampadius Atmosphärologie. Freiberg 1806. — Rücksichtlich des Schattens den die Bewohner der Zonen zu Mittag werfen, nennt man die der heisen Zone: unschattige oder auch zweischattige (Ascii, Amphiscii); die der gemässigten Zone einschattige (Heteroscii) und die der kalten umschattige (Periscii). — Alle Planeten laufen übrigens nach der Ordnung der Zeichen um die Sonne, die älteren innerhalb einer schmalen Zone des sogenannten Thierkreises (Zodiacus), die neueren zu beiden Seiten der Ecliptik bis auf 10° abweichend, und unter diesen gehen vorzüglich Pallas und Juno von denen die erstere Ceres in ihrer Bahn verfolgt, beträchtlich über die Grenzen der Ecliptik hinaus.

w) Tabelle der Entfernungen der Planeten von der Sonne in Sonnenhalbmessern:

	Sonnennähe.	Sonnenferne.	Mittlere Entfernung.
Mercur	66,5311	101,0057	83,7734
Venus	155,4528	157,6234	156,5381
Erde	212,7702	220,0555	216,4128
Mars	299,0658	360,4270	329,7464
Vesta	466,1013	553,2620	509,6816
Juno	430,0510	724,36179	577,2063
Ceres	551,9789	645,8251	598,9020
Pallas	452,4113	746,0607	599,2360
Jupiter	1071,553	1179,957	1125,755
Saturn	1947,778	2181,550	2064,664
Uranus	3945,312	4313,783	4129,547

Tabelle der Entfernungen der Planeten in deutschen Meilen, funfzehn auf einen Grad.

	Sonnennähe.	Sonnenferne.	Mittlere Entfernung.
Mercur	6412966,2	9734529	8073747,6
Venus	14981922,44	15191117,86	15086520,15
Erde	20505943	21208073	20857008
Mars	28822773,6	34736517,8	31779645,7
Vesta	44920988,4	53321185,6	49121087
Juno	41446601	69811093	55628847
Ceres	53197524	62242054	57719789
Pallas	43601598	71902352	57751975
Jupiter	103272002,05	113719553,05	108495777,55
Saturn	187719120	210249152	198984136
Uranus	380233449	415745061	397989255

Tabelle der Bahnen und der Umlaufszeiten der Planeten um die Sonne.

Bahnen. in geogr. Meilen.			Umlaufszeit. Jahre.	Tage.
Mercur	(über)	50 Mill.	—	88
Venus	-	95 —	—	224
Erde	-	131 —	1	—
Mars	-	200 —	1	322
Vesta	-	— —	3	218
Juno	-	— —	4	127
Ceres	-	363 —	4	218
Pallas	-	— —	4	218
Jupiter	-	682 —	11	314
Saturn	-	1280 —	29	169
Uranus	-	2514 —	83	151

Tabelle über die Grösse der Sonne und der Planeten.

	Dürchmesser in geogr. Meilen.	Umfang in geogr. Meilen.	Körperlicher Inhalt in Vergleichung mit der Erde.
Sonne	191575	601850	1382469
Mercur	690	2168	0,06448
Venus	1669	5243	0,913
Erde	1719	5400	1
Mars	894	2809	0,1406
Vesta	59	186	0,00004
Juno	309	971	0,00573
Ceres	352	1106	0,00861
Pallas	455	1429	0,01839
Jupiter	19482	61174	1474
Saturn	17362	54517	1030
Uranus	7744	24317	83

Man vergl. G. H. Schubert a. a. O. d. Anhang. Lilienthalische Beobachtungen der neu entdeckten Planeten Ceres, Pallas und Juno. Göttingen 1805. 8. — Bode astron. Jahrb. fürs J. 1810. — Traité elementaire de Physique par L. Brison. Paris 1798. T. III. La Place in s. mechanique celeste. Schröter's Selenetopographische Fragmente zur genaueren Kenntniſs der Mondfläche ihren erlittenen Veränderungen und Atmosphäre. II Bde. 1802. gr. 8.

x) Die Sonne sollte der Gravitation zufolge an 29 mal dichter seyn als die Erde, ist aber bei ihrer mehr als 1300000 mal ansehnlicheren Grösse 4 mal weniger dicht als wie die Erde. Wahrschein-

lich ist diese grosse specifische Leichtigkeit der Sonnenmasse, Erfolg ihrer hohen Temperatur und der dieselbe bewirkenden chemischen Processe ihrer Masse. Die respectiven Dichtigkeiten nehmen übrigens bei den Planeten vom Mercur bis zum Saturn ab; vom Uranus wieder zu; und es mögen hierauf die Atmosphären, Meere, Eisgebirge etc. vergl. oben, bedeutenderen Einfluſs haben, als wie man gewöhnlich glaubt, indem dadurch nothwendig in den Berechnungen der Dichtigkeiten beträchtliche Differenzen entstehen müssen. Mercur ist $2\frac{1}{2}$ mal dichter als die Erde; die Venus (die überhaupt in ihrer Entwickelung und Ausbildung der Erde um einige Millionen Jahre vorausgeeilt zu seyn scheint) kommt der Erde rücksichtlich der Dichtigkeit fast gleich; Mars ist fast nur halb so dicht als die Erde; Jupiter hat eine $4\frac{1}{2}$ mal geringere, und Saturn eine 10 mal geringere Dichtigkeit als die Erde.

y) Unter den Planeten zeichnet sich vorzüglich Saturn durch einen von Herschel als doppelt erkannten Ring aus; die Breite desselben beträgt $3\frac{3}{8}$ und sein Durchmesser $23\frac{1}{2}$ Erddurchmesser. Sein innerer Rand ist ohngefähr 5800 Meilen von der Oberfläche des Saturns entfernt; der äussere über 11600. Seine Breite beträgt mithin gegen 6000 Meilen, die Dicke hingegen nur etwas über 100. Herschel's Beobachtung zufolge soll sich der Ring innerhalb 10 Stunden 32 Minuten einmal umdrehen; Schröter spricht ihm alle Rotation ab. Vergl. Bode astronom. Jahrb. 1806. — Sollte der Mond der Venus (vergl. i. oben) sich nicht bestätigen, so würde der Saturnusring für die entferntere

Planetenreihe einen ähnlichen Werth haben, als ihn der Mond der Erde für die erstere Reihe hat. Sind nämlich Schröters Beobachtungen über die Rotationen des Mercur und der Venus richtig, so stimmen die 4 der Sonne am nächsten stehenden Planeten rücksichtlich ihrer Rotationsperioden (von 24 Stunden) fast ganz überein (vergl. oben), auf gleiche Weise wie die drei lezten Jupiter, Saturn und Uranus, sich durch eine ähnliche Uebereinstimmung (von ohngefähr 10 Stunden) nähern. Dieser relative Gegensatz scheint ferner noch durch Art der Mondvertheilung, durch die starke Abplattung, die zonenartigen atmosphärischen Streifen und die geringere Neigung der Axe auf der Bahn, bei der entfernteren Reihe bezeugt zu werden, und zwischen beiden entgegengesetzten Reihen in einem mittleren Verhältnisse erscheinen dann die 4 neu entdeckten Planeten, die ihrer besonderen Beschaffenheit und Kleinheit wegen anfänglich von Herschel und anderen gar nicht als Planeten anerkannt, sondern unter der Benennung Asteroiden einer ganz neuen Ordnung zugewiesen wurden. Vergl. G. H. Schubert a. a. O.

z) Die ungleiche anziehende Wirkung der Sonne und des Mondes auf die Erde, macht, daſs die Lage des Erdaequators gegen die Erdbahn oder Ecliptik nicht beständig ist, und daſs sowohl die Schiefe der Ecliptik als auch die Durchschnittslinie des Aequators mit der Ecliptik, mithin auch die Nachtgleichenpuncte, gewisse periodische Veränderungen erleiden. Vorzüglich rücken dadurch die Nachtgleichenpuncte jährlich um ohngefähr 50″,4 der Ordnung der Zeichen entgegen, in der Weise, daſs

derjenige Punct der z. B. in diesem Jahre der Aequinoctialpunct ist, im nächsten Jahre schon 50″,4 vorwärts vom Aequinoctialpuncte absteht; welches man das Vorrücken der Nachtgleichen (Praecessio aequinoctiorum) nennt. Hiedurch wird die Länge der Fixsterne jährlich um 50,38 Secunden grösser, oder sie wächst in 71 Jahren fast um einen Grad. Hiemit ändert sich auch ihre Abweichung und gerade Aufsteigung. Nach fast 26000 Jahren, haben alle Himmelskörper die vormalige Lage wieder erhalten, und man nennt diese Periode, das grosse platonische Jahr. Fixsterne die zu Hipparchus Zeiten (128 Jahr vor Chr. Geb.) z. B. um den Frühlingsnachtgleichenpunct standen, stehen jetzt fast um 30° vorwärts nach der Ordnung der Zeichen darüber hinaus. Die Schiefe der Ecliptik (d. i. das abwechselnde Ab- und Zunehmen der Neigung der Ebene des Erdaequators und der Ebene ihrer Bahn) ändert sich alle 100 Jahr ohngefähr um 46′ mit einer kleinen von der 19 jährigen Periode der Mondbahnknoten (vergl. oben) abhängigen Ungleichheit, welche die Nutation oder das Schwanken der Erdaxe (Nutatio axis) genannt wird; mithin ändert sich die Breite der Fixsterne in 100 Jahren sehr wenig.

3) Zur Erleichterung der allgemeinen Uebersicht der verhältnifsmässigen Entfernung der Planetenbahnen von der Sonne, der Grösse der Sonne und Planeten, der Revolutionszeiten der lezteren und ihrer Monde etc., dient die II. Kupfertfl. zu Bode's Anleitung zur Kenntnifs des gestirnten Himmels gehörig, betit.: „Das Planetensystem der Sonne, wie es seit dem Jahre 1781 bekannt geworden", die in der Ver-

lagshandl. auch besonders zu haben ist. Einen Theil dieser Kupfertafel (derselbe welcher als 1ste Tafel in B's. Allg. Betracht. üb. d. Weltgeb. 3 Aufl. dargestellt ist) enthält in etwas veränderter Nachbildung Taf. II, wozu hier nachstehende von B. entworfene Beschreibung im Auszuge folgt. „Die Tafel zeigt ausser den sämmtlich bis jetzt bekannten Planetenbahnen, auch die Bahn des Cometen vom Jahr 1759. In jeder Planetenbahn ist A der Punct der Sonnenferne und P der Sonnennähe; ☊ ist der aufsteigende, und ☋ der niedersteigende Knoten oder Durchschnittspunct der Ebenen dieser Bahnen und der Erdbahn, welche leztere in der Ebene des Papiers liegt, auf welcher jene sämmtlich niederglegt sind. Vom ☊ bis ☋, der Richtung des Laufs der Planeten (welche die gezeichneten Pfeile nachweisen) gemäſs, neigt sich eine jede Bahn nordwärts oder liegt über der Ebene des Papiers, und vom ☋ bis ☊ südlich, oder liegt unterhalb dieser Ebene, um folgende Winkel: Bei der Mercursbahn von 7°, bei der Venus $3\frac{1}{3}$, bei Mars 2, bei Ceres $10\frac{1}{2}$, bei Pallas $34\frac{1}{2}$, bei Juno 13, bet Vesta 7, bei Jupiter $1\frac{1}{3}$, bei Saturn $2\frac{1}{2}$ und bei Uranus von $\frac{3}{4}$ Grad (vergl. z). Bei der Pallasbahn ist Neigung und Excentrität am stärksten (vergl. oben). Die Knotenlinien der Bahnen der Ceres und Pallas durchschneiden sich unter einem rechten Winkel, so daſs da wo Ceres sich am weitesten nördlich oder südlich von der Ecliptik entfernt, Pallas durch ihren auf- und niedersteigenden Knoten passirt. Die Knotenlinie der Juno fällt hingegen mit der von der Pallas zusammen, und die Knotenpuncte nach einer und derselben Seite hin." Es zeigten sich diese Weltkörper bis jetzt ohn-

gefähr nach einer und derselben Seite des Sonnensystems hinaus, und liefen gemeinschaftlich in ihren eignen Bahnen fort; und da die mittleren Entfernungen der Ceres und Pallas von der Sonne, einander fast gleich sind, so bleiben sie noch lange beisammen. Vergl. astronom. Jahrb. 1807. Taf. II. Fig. 8 u. 9. Juno und Vesta zeigten sich bei ihrer Entdeckung mit Ceres und Pallas nach derselben Seite des Sonnensystems hinaus, und werden daher noch mehrere Jahre mit beiden gemeinschaftlich aus der Sonne gesehen, zusammen bleiben. Vergl. astronom. Jahrb. 1808 Taf. II. Fig. 9. u. Jahrb. 1810. Die Excentricität der Junobahn ist noch etwas grösser als die der Pallasbahn, hingegen ist die der Vesta nur etwas grösser als die der Ceres.

H) *Von den Wirkungen der Schwere auf einzelne Materien mit Berücksichtigung ihres Zustandes.*

§. 69.

Unsere bisherigen Untersuchungen über die Schwere, zeigten unter andern, daſs das Streben der Körper zu fallen (vergl. 47. u. f.) im allgemeinen, Druck gegen die Unterlage zur Folge habe; es fragt sich indeſs, wie sich dieses Streben in der Erscheinung ausnehme, bei leicht beweglichen und leicht theilbaren Materien. Vergl. §. 3. N. 4, §. 16. N. 1, §. 21. N. 4, §. 24. N. 1. §. 29 u. 32, N. 2. Materien der Art sind die flüssigen, bei denen mithin rücksichtlich jener Frage zu untersuchen ist, wie sie sich nach Maſsgabe

ihres verschiedenen Flüssigkeitszustandes beim freien Falle verhalten, und welche Veränderungen hier mit ihnen vorgehen; ferner wie sie sich gegen solche Körper verhalten, die ihren freien Fall mehr oder weniger hindern.

§. 70.

Alle den freien Fall der Flüssigkeiten hindernde Massen, werden einen Druck erleiden, und zwar nicht bloſs nach unten sondern auch nach den Seiten zu. Bei eingeschlossenen Flüssigkeiten kann aber jede Umgebung jedes denkbar kleinsten Theils, als das Streben zum Mittelpuncte der Erde hindernd angesehen werden, es werden also die denkbaren Theile solcher Körper auch unter sich gegenseitig einen ihrer Dichtigkeit entsprechenden Druck ausüben; aber auch bei nicht eingeschlossenen Flüssigkeiten, wird die Schwere durch Anziehung zum Mittelpunct der Erde und durch die gegenseitige Anziehung aller Körper (§. 48. N. 2.). gegenseitigen Druck und Druck gegen die untere (auch bei den möglichst verflächten und ausgebreiteten Flüssigkeiten noch sicht- und denkbare) Schicht bewirken. Bei den elastischen Flüssigkeiten, welche der Schwere entgegen streben, wird sie durch ihre Zusammenziehung um die Erde, die Elasticität erhöhen, und dadurch Gegendruck nach

aussen hervorbringen, wodurch wir bei der Untersuchung der einzelnen hieher gehörenden Erscheinungen zugleich Gelegenheit erhalten werden, die elastische Beschaffenheit flüssiger Materie in ihrer Wirkung genauer kennen zu lernen, wie dieses früher (§. 33, 40—46) geschehen konnte.

II. CAPITEL.

VON DEM DRUCKE FLÜSSIGER KÖRPER.

A) *Von den verschiedenen Zuständen des Flüssigen.*

§. 71.

VI. Versuch. Drei mit nicht zu weiter Mündung versehene (sogenannte Mixtur-) Gläser, werden, das eine mit Weingeist, das andere mit Wasser und das dritte mit Quecksilber bis zu drei Viertheile gefüllt, und langsam so aus ihrer senkrechten Stellung gebracht, daſs die Flüssigkeit eines jeden Glases genöthigt wird, sich über den Rand der unverschlossenen Mündung hinaus zu begeben; es werden der Weingeist und das Wasser sich bis zu dem äussersten Rande verflächen, und auf diese Weise überfliessen; bei etwas stärkerer Neigung des Glases aber, nicht am Glase selbst herabfliessen, sondern für sich in (längliche Sphäroide oder) Tropfen getheilt zu Boden fallen, endlich aber bei

noch stärkerer Neigung, in Form eines zusammenhängenden Strals oder Fadens (sich frei durch die Luft bewegend) herabfliessen. Ist endlich das Glas von der Flüssigkeit bis etwa auf ein 24tel entleert, so wird sie von neuem aber merklich langsamer wie beim Anfange abtröpfeln, und bei völlig umgekehrtem Glase die lezten Tropfen nach langer Zeit fallen lassen. Das Quecksilber hingegen, wird gleich anfänglich ohne sich merklich zu verflächen, als Strahl herabfliessen, ohne jemals an der äusseren Glasfläche herabzugleiten, und nur gegen das Ende in sehr wenigen kleinen länglichen Tropfen zur Erde fallen.

1) Die in der Folge zu untersuchenden Phänomene der Adhäsion, werden den Grund angeben, warum Wasser und Weingeist am Glase (bei gewissen Neigungen des Glases) herabgleiten, Quecksilber hingegen stets in einem etwas gebogenen Strale frei herabfliefst.

2) Unter gewissen Umständen tröpfelt das Quecksilber wirklich ab, wenn es nämlich durch sehr feine Oeffnungen getrieben wird, z. B. durch Leder, noch besser durch Holz, wie dieses Versuche mit der Luftpumpe zeigen werden.

3) Die Tropfenbildung zeigt von einer Anziehung, die vom Mittelpuncte nach dem Umkreise wirksam ist, wir nennen sie Cohäsion; jeder Strahl oder Faden einer Flüssigkeit ist anzusehen als eine Aneinanderreihung zahlloser kleiner Tropfen, wo jene Anziehung

sich gegenseitig in die Begrenzungsflächen erstreckt, und so die Bildung eines dünnen Cylinders zuläſst, von dessen Axe aus die Anziehungen nach der abgerundeten Aussenfläche bewirkt werden. Je schwerer (dichter) die Flüssigkeit ist, je weniger Widerstand wird die Luft verhältniſsmässig ihrem Falle entgegensetzen; um so schneller wird daher auch ein Tropfen dem anderen folgen, und so jene Aneinanderreihung beschleunigen. Zugleich wächst aber auch die Cohäsion mit der Dichtigkeit; erstreckt mithin ihre Wirkungen in so grössere Umkreise, oder wenigstens mit so grösserer Energie, und beschleunigt daher ebenmässig jene Aneinanderreihung. Kommt hiezu nun noch, daſs die Adhäsion (in obigem Versuche als die von der Glasoberfläche aus wirkende Anziehungskraft) jene Cohäsionswirkung der Flüssigkeit nicht beschränkt, so wird die Stralbildung um so mehr erleichtert. Jeder Tropfen würde eine Kugel seyn, und so von möglichst verminderter Begrenzung zeugen, wenn nicht einerseits die Adhäsion des Gefässes die abtröpfelnde Masse nach oben, und die Schwere sie nach unten zöge, wodurch seine mehr oder weniger elliptische Gestalt hervorgeht. Denken wir uns nun, daſs die Axenwirkung des Strals, oder die tropfenbildende Kraft desselben sich in der Umgebung fortsetze, und daſs diese Umgebung aus einer zahllosen Menge aneinander gereihter Stralen bestände, so würden diese sämmtlich in einander fliessen, und eine zusammenhängende Masse darstellen, wo in jedem denkbaren Theilchen die Axenwirkung eines Mittelpuncts, und zugleich das Angezogenwerden einer Peripherie statt findet, oder Mittelpunct und Peripherie zugleich ist. Ein Fall der bei jedem

in ein Gefässe eingeschlossenen Liquiden gegeben ist. (Vergl. a. a. O.)

4) Die Cohäsion des Tropfens erstreckt sich aber nicht bloſs auf liquide, sondern auch auf alle übrigen dem Zustande nach verschiedene Massen; sind hier die chemischen Anziehungen, oder in den meisten Fällen das Einleitende für chemische Anziehung: die Attractionskräfte der Adhäsion wirksam, so geht das Feste so wie das Elastischflüssige nach und nach in die Masse des Tropfbaren über, hört auf für sich oder gesondert zu existiren, und bildet mit dem Tropfbaren ein Raumerfüllendes, ohne an chemischer Qualität merklich eingebüſst zu haben. Dieser Fall ist gegeben bei dem Lösungsprocesse; vergl. §. 32. N. 2. Z. B. Zucker in Wasser, Luft in Wasser gelöst.

5) Die Cohäsion des Tropfens ist das für das Liquide im Kleinen, was die Schwere für die Weltkörper im Grossen ist; und so wie hier die Gravitationskräfte des Planeten der Sonne, des Sonnensystems dem Centralkörper der Milchstrasse etc. mehr oder weniger untergeordnet erscheinen; so ist auch die Cohäsion des Tropfens, und überhaupt die Bestandeskraft, die Schwere jedes Erdkörpers, (die mehr oder minder deutlich als Assimilation des Individuums hervortritt) der Erdschwere unterworfen, und von ihr abhängig. Vergl. §. 3. N. 4.

6) Die Folge wird zwar zeigen, daſs die Tropfenbildung nur bei einem gewissen (Luft-) Drucke statt findet, mithin als ein von aussen erzwungenes Verhältniſs anzusehen ist; jedoch kann deswegen die Cohäsion nicht als etwas fremdartiges im Liquiden, sondern muſs vielmehr als erweckte individuelle Schwere betrachtet werden.

7) Wenn das Glas nach und nach durch Abtröpflung fast entleert ist, so wächst durch verhältnifsmässige Zunahme der Glasfläche, die Adhäsion gegen das Liquide, zugleich drückt auch die überliegende Luft in mehreren Puncten (wie zuvor) auf die noch im Glase enthaltene, jetzt auf der nach unten geneigten Seite des Glases ausgebreiteten Flüssigkeit, und beides vereint (vorzüglich aber die wachsende Adhäsion) bewirket das langsamere Abtröpfeln der lezten Flüssigkeitsmengen. Auf ähnliche Weise wirkt auch die Adhäsion bei den Haarröhrchen.

§. 72.

VII. Versuch. Man blase mittelst einer gekrümmten Röhre in ein Glas mit Wasser, und zwar so, dafs die ausgestossene Luft ohnfern dem Boden des Glases anfzusteigen genöthigt wird; oder man treibe mittelst einer kleinen (gläsernen) Handspritze atmosphärische Luft unter dem Wasser hervor; oder man erhitze Wasser oder Weingeist in einem enghalsigen Glasgefässe; so werden unter diesen und mehreren ähnlichen Vorkehrungen durchsichtige Blasen in die Höhe steigen, auf der Oberfläche etwas liquide Flüssigkeit eine kleine Strecke mit empor reissen, dann mit einem mehr oder minder lebhaften Geräusche zerplatzen, und dem Auge entschwinden. Hatte man diese Blasen durch Erhitzung hervorgebracht, so bewirkt das Zerreissen derselben, so wie ihr schnelles Fortbewegen durch

die annoch liquide Schicht eine eigenthümliche Erschütterung der aufliegenden Luftsäulen die bis zu unserem Ohre fortgepflanzt das Geräusch des Siedens oder Kochens verursacht; zugleich findet man die nächste Umgebung oberhalb der Glasmündung vollkommen durchsichtig d. h. man sieht ein paar Linien abwärts gar nichts, und erst weiter davon zeigt sich nebelartiger Dunst oder Rauch, der genauer betrachtet, aus einer ausserordentlichen Menge sich mehr oder weniger berührenden fast durchsichtigen Sphäroiden besteht.

1) Offenbar ist die abgerundete kugelartige Gestalt der aufsteigenden Blasen, Erfolg des allseitigen Drucks der umliegenden tropfbaren Flüssigkeit. Steigen die Blasen häufig und nebeneinander auf; so reichen sie durch Anziehung ihrer aus liquider Flüssigkeit bestehenden Haut aneinander, und bilden den Schaum. Je zäher die Flüssigkeit ist, um so leichter wird sie unter obigen Bedingungen schäumend; häufen sich dabei die Bläschen über- und nebeneinander zu stark, z. B. bei allmählig aufgetriebenen Seifenblasen, so üben die Blasen einen bestimmten Druck gegen einander aus, wodurch die Kugelform aufgehoben wird, und Zellen erzeugt werden. Das Organische, vorzüglich die Vegetabilien scheinen auf ähnliche Weise ihren ersten Ansatz zur eckig begrenzten Gestaltung zu erhalten. Eine ähnliche Blasenerzeugung folgt auch, wenn man Flüssigkeiten entweder von zäher Beschaffenheit z. B. Seifenwasser, flüssiges Eiweifs, oder von sehr geringer Dichtigkeit und grosser Flüs-

sigkeit z. B. reinen Weingeist, guten Branntwein, stark schüttelt, die ersteren schäumen dann, die lezteren perlen, indem theils durch das Schütteln oder Schlagen die aufgelöste atmosphärische Luft entwickelt, theils Dampf gebildet, theils umfliessende Luft damit gemengt wird.

2) Wahre und reine Dämpfe sofern sie vollkommen farbenlos sind, werden von dem Auge nicht von der umgebenden (erhitzten) Luft unterschieden, und sind in allen Fällen vollkommen durchsichtig. Werden sie hingegen nach und nach abgekühlt oder stark zusammengedrückt, so unterscheidet sie das Auge von ihrer Umgebung in der oben erwähnten Gestalt kleiner Sphäroiden, die entweder zu Dunst aneinander gereiht sind, namentlich wenn die Dämpfe liquiden Ursprungs waren; oder zu Rauch, wenn sie vor dem Dampfwerden festen Masse waren, oder zu einem Gemenge von Dunst und Rauch z. B. Holzrauch. Der Dunst gerinnt durch starken Druck oder gewöhnlicher und schneller durch Abkühlung zu Tropfen, indem nach und nach der das Innere des Sphäroids ausfüllende Dampf liquide wird und so die äussere liquide Hülle des Sphäroids vermehrt, bis endlich die so verdichteten Sphäroiden zusammen sinken, und als Tropfen oder liquide Flächen zu Boden gleiten. Hieher gehört die in der Chemie unter der Benennung Destillation bekannte, zunächst Scheidung des flüchtigeren Liquiden von dem Feuerbeständigeren zum Zwecke habende Operation. Vergl. Kastner's Grundriſs d. Chem. I. Th. S. 70, 99, 100 u. s. f. Der Rauch erstarrt durch Abkühlung zu einer mehr oder weniger festen Masse; dahin gehört die Sublimation (vergl. a. a. O. S. 100). Ob übrigens

der Rauch, z. B. der bei dem Abkühlen der glühenden Metalldämpfe auch aus Sphäroiden bestehe, ist zur Zeit noch nicht ausgemacht; jedoch scheint er eher ein Aggregat von kleinen festen, mit hebenden Atmosphären umschwebten Theilganzen zu seyn. Manche zuvor feste durch Erhitzung verflüchtigte Körper, z. B. die Metalle kennen wir nur in diesem gemengten Zustande; andere z. B. Phosphor und Schwefel lassen sich hingegen als durchsichtige (unsichtbare) Dämpfe darstellen. Der Nebel ist ein dunstartiges Aggregat, dessen Sphäroiden (nach Saussure) theils mit Dampf theils mit Luft, oder mit beiden zugleich gefüllt sind. Hieher gehören auch die Wolken. Vergl. Kastner's Beiträge zur Phys. u. Chemie, in Voigt's Magaz. der Naturk. IX Bds. IV St.

3) Alle Dämpfe lassen sich durch starken Druck zur tropfbaren Flüssigkeit zurückbringen, wobei die Temperatur der Gefässe sehr erhöht wird; vorzüglich erfolgt diese erzwungene Zustandsänderung, wenn den Dämpfen etwas Luft beigemischt war. Indeſs reichen doch in den wenigsten Fällen die zusammenhaltenden Kräfte der Gefäſsmassen hin, den dabei zuvor eintretenden Gegendruck der Dämpfe (welcher ihrer Elasticität wegen durch Zunahme des äusseren Drucks bis zu dem Augenblicke der Tropfenbildung wächst) zu überwinden; sondern sie zerreissen vielmehr mit mehr oder weniger Gewalt. Hieher gehört das Zerspringen gefüllter und verschlossener Wasserkrüge bei zu grosser Erhitzung; die späterhin zu beschreibende Wirkung und Einrichtung des Papinianischen Topfes; die Einrichtung der Dampfmaschienen; das Schiessen mit Wasser etc. Eine geringe Menge Queck-

silber zersprengte in Dampf umgewandelt eine starke Bombe, von stark zerstörenden Wirkungen auf die nächste Umgebung begleitet (bei Gelegenheit eines von einem Alchemisten in GEOFFROY's d. ält. Gegenwart angestellten Versuchs) etc. Der Luftzustand oder die bleibend (permanent) elastische Flüssigkeit wird hingegen durch blossen Druck nicht überwunden; wenn nicht chemische Anziehungen z. B. zwischen zwei zusammengedrückten Luftarten (Gasen), oder zwischen einem tropfbaren, dampfförmigen oder festen Körper und dem zu drückenden Gase eintreten; wie denn überhaupt die chemische Anziehung alle Zustände und mithin auch den elastischflüssigen überwindet, wovon die Verbrennung der Körper auf Kosten eines Theils der atmosphärischen Luft, eines der gewöhnlichsten Beispiele gewährt.

4) Der Gas- oder Luftzustand an und vor sich, scheint stets mit Hülfe von etwas Wasser (und Electricität wie die Folge zeigen wird) begründet zu werden; BERTHOLLETS Beobachtungen zur Folge enthält auch das trockenste Gas noch immer eine Portion gebundenes zum Zustande gehörendes Wasser. Der Ausdruck Gas statt Luft, ist niederländischen Ursprungs, wurde von HELMONT zuerst gebraucht und bezeichnete sonst die sogenannten künstlichen Luftarten, wird jetzt aber in obiger Bedeutung genommen; man spricht von atmosphärischem Gase, und versteht darunter die atmosphärische Luft. Uebrigens ist der Ausdruck elastische Flüssigkeit relativ; denn auch das Tropfbare ist nie vollkommen unelastisch. Vergl. KASTNER a. a. O. S. 72 Anmerk.

5) So wie es verschiedene Arten des Tropfbarflüssigen giebt, die theils von den verschiedenen Dich-

tigkeiten der einzelnen Materien, theils von Beimischungen pulveriger Substanzen herrühren (wodurch das Weiche und Teigige entsteht); so kennt man auch abgesehen von der chemischen Qualität mehrere Verschiedenheiten des Elastischflüssigen. Dahin gehören Dämpfe und Luftarten von verschiedener Dichtigkeit und Ausdehnungsfähigkeit; z. B. die fixe Luft (Kohlensäure) fällt in der atmosphärischen Luft vermöge ihrer grösseren Dichtigkeit zu Boden, und läſst sich daher aus einem Gefässe in das andere giessen; die Metalldämpfe scheinen ausdehnungsfähiger zu seyn als wie die Wasserdämpfe, und überhaupt scheint die Ausdehnungsfähigkeit mit der Dichtigkeit im umgekehrten Verhältnisse zu stehen. Merkwürdig ist die gelbe Farbe des oxydirtsalzsauren Gases, welches eigentlich seinem Zustande nach den Uebergang von Luft in Dunst macht.

6) Schon das Zu-Boden-sinken der fixen Luft zeigt, daſs die elastischen Flüssigkeiten dem Gesetze der Schwere unterworfen sind, ohnerachtet sie sich ihrer Expansibilität gemäſs aller Anziehung zuwider auszudehnen streben. Noch deutlicher bezeugt sich jene Erdanziehung gegen die Luft, durch unsere Erdatmosphäre, die gegen die Erde zu mit wachsender Dichtigkeit, den Erdsphäroid etwa in einer Entfernung von 5—6 Meilen umflieſst, sich mit ihm fortwälzt, und abwärts von der Erde an den Aether (oder Himmelsluft) grenzt. Die Kugelform der Erdatmosphäre ist daher durch Anziehung von innen begründet, während bei der gewöhnlichen Luftblase, der Druck von aussen denselben Erfolg hat.

7) Genau läſst sich die Höhe der Atmosphäre oder des sogenannten Dunstkreises nicht angeben, da sie

nicht durchgehends von gleicher Dichtigkeit ist, sondern vielmehr je weiter von der Erde, desto mehr abnimmt Aus den später zu erläuternden Erscheinungen der Dämmerung folgt, daſs sie in einer Höhe von fast 10 geogr. Meilen noch dicht genug ist, um das Sonnenlicht zurück zu werfen; jedoch erfolgen die meisten Veränderungen der Atmosphäre in geringerer Höhe.

8) In demselben Maase wie die räumliche Ausdehnung zunimmt, zu der eine Masse expansibeler Flüssigkeit sich erweitert, vermindert sich auch ihre Expansivkraft (ihr Bestreben zur Ausdehnung) indem sie jetzt mit verhältniſsmässig geringerer Kraft ihren Raum erfüllt, mithin auch gleich geringere körperliche Wirkung nach aussen darzustellen vermag. Sie verliert also auch im gleichen Maase ihre Dichtigkeit, und ihre übrigbleibende Dichtigkeit, verhält sich zur vorigen, wie ihr voriger Raum zum jetzigen. Umgekehrt, je mehr die expansive Flüssigkeit zusammengedruckt wird, um so mehr wächst ihre Dichtigkeit und die Energie ihrer Raumerfüllung; je mehr widersteht sie also der comprimirenden Kraft; und sofern diese endlich ist, hat auch ihre Compression eine Grenze. Der Erfahrung gemäſs, verhalten sich die Räume, zu welchen einerlei elastische Flüssigkeitsmassen bei gleichbleibender Temperatur durch Zusammenpressung gebracht werden können, umgekehrt wie die drückenden Kräfte oder Gewichte; was sowohl bei verdichteter als verdünnter Flüssigkeit der Art gilt. Man nennt dieses Gesetz das Boyele'sche oder Mariottische, vergl. R. Boyle defence against the objections of Linus. Lond. 1662. 4. Mariotte

essay de logique, à Paris 1678. S. 678. VAN SWINDEN positiones physicae T. II. §. 263; bei hohen Graden der Verdichtung oder Verdünnung scheint es Einschränkungen zu erlauben, ohnerachtet es MUSCHENBROEK bei einer 4fachen und WINKLER bei einer achtfachen Verdichtung noch zutreffend fanden. Vergl. GEHLERS phys. Wörterb. Th. III. S. 15. Dränge die atmosphärische Luft ins Innere der Erde, so würde sie schon bei einer Tiefe, die noch nicht den 80sten Theil des Halbmessers betrüge, die Dichtigkeit des Goldes übertreffen. Das MARIOTTische Gesetz ist ursprünglich für die atmosphärische Luft bestimmt, findet sehr wahrscheinlich aber auch bei allen anderen Gasen statt; vergl. FELIX FONTANA opuscules physiques et chymiques. à Paris 1784. 4. S. 126. u. HERBERT diss. de aëre fluidisque ad aëris genus pertinentibus. Viennae 1773. 8. S. 96 etc. VOLTA (dessen Schreiben an den Abt VASALLI über thierische Electricität, herausg. von Dr. MAYER. Prag 1796. 8. S. 64) will gefunden haben, daſs die Quantität elastischer Dämpfe in einem gegebenen Raum, er mochte luftleer oder mit einer dichteren oder dünneren Luft erfüllt seyn, dieselbe sey. (?) Uebrigens folgt aus obigem, daſs die Luft in höheren Gegenden dünner, in niederen dichter ist.

9) Dem MARIOTTischen Gesetze und dem §. 23. zufolge, verhält sich die Dichtigkeit einer expansiblen Flüssigkeit (bei sonst gleichen Umständen) wie die drückenden Kräfte; und da die Dehnkraft einer solchen Flüssigkeit mit der sie zusammen drückenden Kraft im Verhältniſs steht, so muſs sie sich auch (bei die gleicher Temperatur) wie die Dichtigkeit und wie die von ihr eingenommenen Räume verhalten. Die Schwer-

kraft der Theile einer solchen Flüssigkeit, nimmt aber mit der Entfernung von der Erde im Verhältniſs des Quadrats der Entfernung vom Mittelpuncte der Erde ab; die Expansivkraft bei Verbreitung der elastischen Flüssigkeit hingegen im Verhältniſs des Cubus dieser Entfernung, mithin kommt hier endlich Expansion und Schwere ins Gleichgewicht, und erstere wird durch leztere bebeschränkt.

10) Sofern die Flüssigkeiten schwer sind, üben sie auch durch ihr Gewicht Druck aus. Höher liegende Wasser- Dampf- oder Luftschichten müssen also auch auf die unter ihnen liegenden Schichten drücken. Einer ohngefähren Schätzung gemäſs, erleidet der ausgewachsene menschliche Körper einen Luftdruck von fast 40000 Pfund; der aber von allen Seiten gleichförmig geschieht und deshalb von uns nicht bemerkt wird.

11) Bei den verschieden elastischen Flüssigkeiten, ist bei gleichen Graden der Verdichtung das Streben zur Ausdehnung oder die absolute Elasticität der Erfahrung gemäſs (vergl. oben) nicht gleich; man kann daher zwei elastische Flüssigkeiten rücksichtlich der Energie jenes Strebens vergleichen, und erhält so das Verhältniſs ihrer absoluten Elasticitäten bei gleichen Graden der Verdichtung, oder ihre specifischen Elasticitäten; die sich mithin bei gleicher Dichtigkeit wie die absoluten Elasticitäten; bei gleicher absoluten Elasticität umgekehrt wie die Dichtigkeiten; und bei ungleicher absoluten Elasticität und ungleicher Dichtigkeit wie die absoluten Elasticitäten dividirt durch die Dichtigkeiten verhalten.

12) Ob alle permanent elastische Flüssigkeiten lange eingeschlossen, den gleichen Grad von Expansibilität

behalten, fragt sich; ist jedoch wahrscheinlich, vorausgesetzt wenn sonst keine Eingriffe (electrische oder chemische Thätigkeiten) eintreten. Muschenbroek fand, daſs eine 5 Jahre hindurch in eine Röhre geschlossene und zusammengedrückte Luft, nichts von ihrer Elasticität verloren hatte.

§. 73.

Ausser denen schon früher (vergl. die §. 70 angezogenen §§.) bemerkten Beschaffenheiten des Flüssigen, unterscheidet es sich von dem Festen im Allgemeinen, durch sehr schwachen Zusammenhalt, geringe Reibung und der daraus entspringenden leichten Verschiebbarkeit seiner selbst; jedoch lassen sich hierin gewisse unverkennbare Abstufungen nachweisen, zu deren Bestimmung schon die alltäglichsten Beobachtungen die Hand bieten. (Vergl. §. 40. N. 1. §. 70 u. 72). Eine solche Verschiedenheit fanden wir bereits sowohl bei dem Tropfbarflüssigen, als auch bei dem leicht veränderlich- und bei dem bleibend-Elastischflüssigen; womit ausser den vorhin angezogenen Stellen noch §. 41. N. 5. §. 42. N. 3. u. §. 45. zu vergleichen sind. Bei dem Tropfbaren reicht schon das blosse Gewicht einer sehr kleinen Menge desselben hin, ein zuvor zusammen gehaltenes Ganzes in Tropfen (Gutta) von verschiedener Grösse zerfallen zu lassen; bei dem Elastischflüssigen hingegen,

wird das zuvor durch Einschliessung verbundene Ganze, nach Wegnahme dessen was da einschliefst, sich selbst von einander zu entfernen streben, oder solange in (nur der Möglichkeit nach vorhandene) Theilganze von geringerer Dichtigkeit nach allen Richtungen aus einander fliessen, als wiederum eine äussere hemmende Kraft jenes Streben in seiner Verwirklichung beschränkt. Beide Hauptarten des flüssigen kommen darin überein, dafs sie unter sich continuirlich zusammenhängen (vergl. §. 24. N. 1 u. 3.), und daher bei ihrer (nicht unterbrochenen) Orts- oder Raumsveränderung fortfliessen; beide können fest werden, das Tropfartige oder Dampfförmige durch Gerinnung oder Erstarrung, das Gasförmige nur durch chemische Mischung. Das Tropfbare erhärtet ausserdem durch Verbindung mit einem bereits festen, wenn ausser der Verbindungsmöglichkeit zwischen beiden, eine überwiegende Menge des Festen gegeben ist (wohin das in der Folge vorkommende Krystallwasser gehört), das Elastischflüssige wird von dem Festen auch angezogen, und füllt dessen Zwischenräume, theils umschwebt es dasselbe in Gestalt einer mehr oder weniger zusammengezogenen verdichteten Atmosphäre (Vergl. den vorhergehenden §.).

B) *Vom Drucke tropfbarer flüssiger Körper.*

§. 74.

VIII. Vers. Ein Gefäſs (z. B. ein Faſs), was von unten nach oben mit mehreren gleichweiten, einfach übereinander gereihten zu verschliessenden Seitenöffnungen versehen ist, fülle man mit Wasser und öffne dann zu gleicher Zeit die Seitenlöcher: das Wasser wird in der Nähe des Gefäſsbodens am stärksten, weiter hinauf schwächer, und oben mit dem geringsten Nachdrucke herausfliessen. Was vom Wasser gilt, findet bei allen tropfbaren Flüssigkeiten dieselbe Anwendung, wenn übrigens die Gefäſsmasse in allen ihren Theilen dieselbe ist; und so wie das Wasser in jedem in nnd auswendig noch so verschieden gestalteten Gefässe eine mehr oder weniger horizontale Oberfläche bildet, so auch alle übrige liquide Flüssigkeiten.

1) Bei jedem eingeschlossenen Tropfbaren, sind es die Seitenwände welche das Zerfliessen verhindern, und die Anhäufung, desselben möglich machen. Mithin erleiden diese Seitenwände auch einen Druck, der mit dem Streben des Tropfbaren zu zerfliessen im Verhältnisse steht. Die Grösse dieses Strebens selbst ist aber Folge des Drucks, den jede obenliegende Schicht des Liquiden gegen die untere äussert, und der mithin um so stärker ausfallen muſs, je mehr sich die Schichtenanzahl häuft; d. h. je grösser die Menge (und also auch das Gewicht) des Liquiden in dem-

selben Gefässe ist. Die dem Boden zunächst liegende Wasserschicht wird daher den stärksten Druck erleiden und mit der gröſsten Energie herausfliessen.

2) Hieraus folgt ferner, daſs bei einem mit senkrecht auf den Boden stehenden Seitenwänden versehenen Gefässe, der Druck den z. B. das Wasser gegen den Boden äussert, dem Gewichte der Wassermenge gleich ist; und daſs dieser Druck bei gleich hohem Wassesstande um so grösser erscheint, je höher das Gefäſs ist. Es vertheilt sich dabei der Druck auf die ganze Grundfläche gleichförmig, und nehmen mithin Wassermenge und Grundflächenvergrösserung verhältniſsmässig gleichförmig zu, so bleibt der Druck für jede Stelle der Grundfläche derselbe. Erweitert man daher oberhalb ein Gefäſs, ohne es zu erhöhen, so erleidet die Grundfläche nach der Erweiterung denselben Druck, der zuvor gegen sie geäussert wurde; weil dann die erweiterten schiefen Seitenwände selbst für die über sie stehenden Schichten zur Grundfläche werden. Zwei Gefässe die gleich hohen Wasserstand haben, erleiden daher auch auf ihren Boden gleich grossen Druck; das eine mag enger oder weiter als das andere seyn, oder nicht. Nur die Summe des Drucks auf alle Puncte der Seitenwand verhält sich (bei senkrechten Gefässen) wie der Umfang des Gefässes, wächst also mit diesem Umfange, und verhält sich überhaupt wie die Seitenflächen.

§. 75.

Wird die Grundfläche eines Gefässes vergrössert, so folgt von selbst, daſs es auch bei gleicher Höhe mehr Flüssigkeit fassen wird wie

vor der Vergrösserung; mithin wird der Druck gegen den Boden mit der Höhe der Wassersäule des Gefässes (vergl oben) und mit seiner Grundfläche im zusammengesetzten Verhältnisse stehen; und auch bei unregelmässig gebildeten Gefässen (z. B. bei einer Bouteille) ist der Druck des enthaltenen Wassers gegen jeden Theil des Bodens so stark, wie der Druck des Gewichts einer lothrechten Wassersäule, welche den Boden zur Grundfläche und die senkrechte Höhe der Flüssigkeit dieses Theiles zur Höhe hätte.

1) Was vom Boden des Gefässes gilt, gilt auch hier wiederum von der untersten Flüssigkeitsschicht; und es läſst sich auf ähnliche Weise auch der Seitendruck für jede einzelne Schicht bestimmen, da laut dem vorhergehenden §., dieser Druck von oben nach unten in arithmetischer Progression zunimmt. Setzen wir die Höhe der Seite eines senkrechten prismatischen Gefässes = A, ihre Breite = B, so ist das Prisma, dessen Gewicht dem Drucke auf dieser Seite gleich ist, = $\frac{1}{2}a^2b$. In einem cubischen (mit einem gleichartig tropfbar gefüllten Gefässe ist B = A, mithin der Druck auf der einen Seite = $\frac{1}{2}a^3$; und gegen alle vier Seiten = $2a^3$; d. h. gegen eine ganze Seitenfläche halb soviel als gegen den Boden, und gegen alle vier Seitenflächen noch einmal soviel als gegen den Boden; d. i. noch einmal so groſs als das Gewicht des darin enthaltenen Gleichartigliquiden.

2) Auf jene Vergrösserung des Seitendrucks nach dem Boden zu, gründen sich ausser den §. 74. im VIII. Versuch gezeigten Phänomenen noch folgende:

verbindet man eine offene Glasröhre mit einer von gefärbtem Wasser angefüllten Blase, und taucht die Blase in anderes Wasser, so wird das gefärbte der Blase in die Glasröhre um so mehr in die Höhe gedrückt werden, je tiefer man die Blase senkt; eine leere, dünne, mit platten Seitenflächen versehene, verstopfte gläserne Flasche zerbricht, wenn sie tief unter Wasser, noch eher wenn sie unter Quecksilber getaucht wird; SEGNERS hydraulische Maschinen, oder Wasserrad, die durch den Seitendruck des Wassers in Bewegung gesetzt wird. BARKERS Mühle ohne Rad und Drilling etc.

§. 76.

IX. Versuch. Eine gebogene mit einem kurzen und einem langen Schenkel versehene an beiden Enden offene Glasröhre, werde mit ihren Mündungen aufwärts gekehrt in einem passenden Stative festgestellt. Man giesse hierauf in beide Mündungen eine gleichartige Flüssigkeit z. B. (gefärbtes) Wasser oder Quecksilber; sie wird aus beiden Schenkeln in den horizontal liegenden Theil der Röhre laufen, und sich hier ins Gleichgewicht setzen. Fährt man jetzt mit dem Giessen in den kürzeren Schenkel fort, so wird sich das Wasser in den längeren hinauf bewegen, und nur dann erst in Ruhe und Gleichgewicht kommen, wenn die Oberflächen beider Wassermengen wirklich eine gleiche horizontale Ebene bilden, und die senkrechte Höhe des Wasserstandes in beiden Schenkeln

gleich ist. Der Fall wird derselbe seyn, wenn der eine oder beide Schenkel schief stehen, der eine weiter und verschieden gestaltet ist etc. Der Druck den beide Wassersäulen gegenseitig ausüben, wird stets ihren Höhen entsprechen, und in obigen Fällen sich gegenseitig als Wirkung gleich grosser entgegengesetzter Kräfte aufheben. Giefst man daher mehr Wasser in den längeren Schenkel, als wie zum Gleichgewichte bei der Höhe des kürzeren Schenkels nöthig war, so wird das Wasser aus diesem solange herausfliessen, als es in den längeren Schenkel nachgegossen wurde, und zwar um so stärker, je kürzer der kleinere Schenkel im Vergleich mit dem anderen ist; denn die Kraft mit der das Wasser herausfliefst, ist dem Drucke einer Wassersäule gleich, welche die Höhe des Wasserstandes über die Oeffnung in dem anderen Schenkel hat, und deren Grundfläche der Oeffnung wo es herausfliefst an Grösse gleich ist. Verengt man hiebei die Oeffnung des kürzeren Schenkels, so springt das Wasser daraus mit Gewalt in die Höhe, und wenn das herausspringende Wasser sich nicht in Tropfen zertheilte (aus Mangel am äusseren Zusammenhalt, durch die Adhäsion des Wassers zur Mündung der Röhre, wegen den Gegendrucke der zuerst in die Höhe gestiegenen Theile und wegen dem Luftwider-

stande), so würde es bis zu der Höhe steigen, von welcher es im längeren Schenkel herabfiel.

1) Verschliefst man die Mündung des kürzeren Schenkels mit einem Deckel, so erleidet derselbe von unten her von dem darunter befindlichen Wasser einen Druck, der dem Drucke einer Wassersäule, welche den Deckel zur Grundfläche und die Wasserhöhe im längeren Schenkel über der in dem kürzeren zur Höhe hat, gleich ist. Hieher gehört Wolffs anatomischer Heber (dessen nützliche Versuche, Th. I. Cap. 3. §. 58.) und Gravesande's hydrostatischer Blasebalg (Elem. phys. mathemat. L. II. c. 2. Exp. 5. §. 729).

2) Zu den lezteren Abänderungen des obigen Versuchs gehört die Einrichtung der laufenden Brunnen und der (hydrostatischen) Springbrunnen.

3) Ist der eine Schenkel zu eng, so dafs er sich den (noch zu berücksichtigenden) Haarröhrchen nähert, so wird das Wasser darin (vermöge verhältnifsmässig zu sehr erhöheter Adhäsion) höher steigen, wie es obigem zufolge sollte.

§. 77.

X. Versuch. Eine wie im vorigen Versuche angewendete Glasröhre, fülle man im kürzeren Schenkel mit Quecksilber (oder gefärbtem Salzwasser), im längeren mit Wasser (oder Branntwein und Oel); da die Dichtigkeiten beider Flüssigkeiten ungleich sind, so werden sie nur dann ins Gleichgewicht kommen, wenn die Gewichte beider Flüssigkeitssäulen gleich sind. Das Wasser als die leichtere Flüssigkeit, wird daher um

soviel mal höher stehen als das (fast 14 mal dichtere) Quecksilber; soviel mal dieses das Wasser an Dichtigkeit übertrifft; oder das Gleichgewicht zwischen beiden wird eintreten, wenn ihre Höhen sich umgekehrt wie ihre specifischen Gewichte verhalten.

1) Man muſs zu diesem Versuche entweder nicht mischbare Flüssigkeiten von verschiedener Dichtigkeit wählen, oder bei den mischbaren die leichtere langsam und vorsichtig mittelst einer kleinen Flieſspapierbrücke auf die schwere tragen. — Es gründet sich hierauf Scannegatty's Areometer, vergl. Beschreib. eines verbesserten Aerometers oder einer Waage, mit welcher sich die specifische Schwere mehrerer Flüssigkeiten auf einmal bestimmen läſst, von S. in Lichtenbergs Magaz. f. d. Neueste a. d. Phys. etc. I Bd. II. St. S. 45 u. f. Dem Gebrauche dieses Instruments steht die keine Genauigkeit zulassende Verschiedenheit der Adhäsion, der verschiedenen Flüssigkeiten gegen das ausgeschmirgelte Glas der Röhre entgegen.

2) Daſs eine schwere Flüssigkeit in der leichteren zu Boden sinkt, und daſs mehrere zusammengegossene Flüssigkeiten von verschiedener Dichtigkeit, sich nach Maasgabe der Abnahme ihrer specifischen Gewichte, in wagrechten Schichten übereinander lagern werden (z. B. die sogenannte Elementarwelt aus Quecksilber, in Wasser aufgelöstem Gewächskali, Weingeist und Steinöl) folgt schon aus dem obigen, und wird durch alltägliche Erfahrungen bestätigt; aber gesetzt wir wären im Stande eine schwerere tropfbare Flüssigkeit in einem schicklichen Gefässe, so über eine leichtere liquide Flüssigkeit zu schichten,

daſs die leztere während der Uebereinanderschichtung nach keiner Seite zu entweichen vermögte, so wird kein Grund vorhanden seyn, dem zufolge die leichtere in die Höhe steigen sollte. Stellt man den Versuch wirklich an, so findet man, daſs die Oberflächen nie horizontal bleiben; sondern daſs vermöge des stärkeren Drucks der Säulen der schweren Flüssigkeit, die leichtere in verschiedenen Puncten ausweicht, von den Seiten der schwereren Säulen in die Höhe gedrückt, und so nach und nach über die schwerere gehoben wird, wo dann Ruhe und Gleichgewicht eintritt. (Scheinbare Ausnahmen machen enge Wasser haltende Röhren, in die man dichtere Flüssigkeiten bringt, die bei gehöriger Ruhe und Behutsamkeit schweben bleiben, indem die Adhäsion der inneren Glaswände gegen das Wasser und die übergeschichtete Flüssigkeit verschieden wirkt). Hieher gehört die scheinbare Verwandelung des Wassers in Wein oder der Passevin.

C) *Vom Verhältniſs ruhender tropfbarer Flüssigkeiten zu festen Körpern.*

§. 78.

XI. Versuch. An das Ende eines Armes einer guten Waage, befestige man einen mässig grossen etwa 6 Loth schweren (Quarz oder Kiesel-) Stein mittelst eines langen Fadens, bringe ihn auf der Schaale des anderen Arms durch aufgelegte Gewichte (wozu 6—7 Loth hinreichen werden) ins Gleichgewicht, und halte ihn dann so über die Wasserfläche eines hohen mit

reinem Wasser bis ohngefähr drei Viertheile gefüllten Glases, dafs er in dem Wasser noch bis zum Boden des Glases untersinken kann. Der einsinkende Stein wird das Gleichgewicht der Wassersäulen aufheben, indem er gegen seine Unterlage drückend, diese aus ihrem Raume treibt, und dadurch das In-die-Höhe-steigen der Wassersäulen zur Seite bewirkt, indem diese um das Gleichgewicht herzustellen, höher steigen müssen, als die Horizontalebene in der Oberfläche des Steines beträgt. Zugleich drückt das Wasser aber auch seitwärts, mithin fliessen die höher gestiegenen Wassersäulen zur Seite über den tiefer liegenden Stein her; wodurch das Gleichgewicht immer von neuem aufgehoben wird, und so das zu Bodensinken des Steines möglich macht. Ist dieses erfolgt, so stellt sich die horizontale Oberfläche (der ebene Wasserspiegel oder das Niveau) her, das Wasser kommt in Ruhe. Bei dem Eintauchen des Steines bemerkt man die Entstehung kleiner Wasserkreise, welche in dem obigen ihren Grund haben, und in dem Maase wie der Stein tiefer unter die Oberfläche des Wassers sinkt, sinkt die Waagschale des anderen Arms allmählig nieder, bis bei vollkommenem Untertauchen die Gewichtsverminderung des Steins ihr Maximum erreicht. Um daher das Gleichgewicht der Waage

wieder herbeizuführen, wird man genöthigt von der Schaale einen Theil der Gewichte fortzunehmen; und dieser nöthige Gewichtstheil ist gleich dem Gewichte einer Wassersäule, welche dem Steine an Umfange gleich kommt, oder die der Stein aus ihren Räumen vertrieben hat.

1) Den vorhergehenden Untersuchungen gemäſs kann ein Theil einer gleichartigen Flüssigkeit z. B. Wassertropfen, in einer grösseren Menge derselben Flüssigkeit, im ruhigen Zustande nicht sinken, und rücksichtlich der Bewegung innerhalb dieser Flüssigkeit ist daher das Gewicht des Theils so gut wie aufgehoben (Liquida non gravitant in propriis locis). Alle Theile drücken gegeneinander von allen Seiten gleichmässig, und heben sich demnach auf.

2) Der Ort den der eingetauchte Stein erfüllt, war sonst ein mit Wasser erfüllter Raum; diese Wassermasse wurde durch die oben, und zu den Seiten liegenden übrigen Wassersäulen getragen; die Wirkung, der Druck dieser Wassersäulen bleibt derselbe, auch dann wenn die Stelle des Wassers ein jeder andere Körper vertritt; mithin wird das absolute Gewicht des Steins um soviel vermindert, als wie das absolute Gewicht der aus dem Raume verdrängten Wassermenge betragen hatte, und der Stein sinkt nach Abzug dieses absoluten Gewichts des vertriebenen Wassers, mit seinem übrigen Gewichtsantheil d. i. mit seinem respectiven Gewichte zu Boden.

3) Jeder schwere Körper ist unter dem Wasser leichter als über demselben zu heben. Auch in der Luft verliert ein jeder Körper etwas von seinem ab-

soluten Gewichte (vergl. §. 59. N. 15.) was indeſs gewöhnlich nicht beachtet wird.

4) Jener hydrostatische Grundsatz, „daſs ein verhältniſsmässig schwererer Körper beim Untertauchen in eine tropfbare Flüssigkeit, von seinem (durch Wägen in der Luft erhaltenen) absoluten Gewichte soviel verliert, als das Gewicht des vertriebenen Flüssigkeitsvolums beträgt“, der von Archimedes zuerst angewendet wurde, führte auf eine bequeme Methode die Dichtigkeitsverhältnisse oder die eigenthümlichen (specifisichen) Gewichte der Körper zu bestimmen. (vergl. Kastner a. a. O. S. 127 etc.). Zu Untersuchungen der Art bedient man sich entweder einer guten hydrostatischen Waage, die sehr empfindlich seyn muſs, und deren Schalen unterhalb mit Häckchen versehen sind, um feste Körper mittelst eines (dem Wasser an Dichtigkeit fast gleich kommenden) Pferdehaares daran zu befestigen und so unter reines destillirtes Wasser, von einer Temperatur die bei allen Versuchen dieselbe (12° Reaum.) ist, zu senken, vergl. Pésanteur specifique des corps-par Mr. Brison, à Paris 1787. 4.; oder mit weniger Genauigkeit auch der Areometer (hydrostatische Senkwaage, Areometra, Hydrometra), welche auch bei besonderen Anwendungen Bierwaagen, Branntweinwaagen, Milchwaagen, Salzwaagen, Salzspindel oder Solwaagen etc. genannt werden. Es bestehen diese Instrumente aus einem senkrecht schwimmenden, länglichrunden Körper, dessen mittleren Theil (der Bauch) gewöhnlich cylindrisch oder kugelich und hohl ist, und der nach unten mit einem kleineren hohlen mit Schroot oder Quecksilber gefüllten Theile (dem Senker) versehen ist. Nach

oben geht aus der Axe des Bauchs eine dünne cylindrische glatte Stange oder Röhre (der Hals) an dem durch einen Feilstrich — die Grenze (Zeichen) bemerkt ist, bis zu welchem das Werkzeug sich einsenken muſs. Diese Einrichtung findet statt, wenn man die Areometer zur Prüfung der Dichtigkeiten flüssiger Körper anwenden will. Der Hals ist zu dem Ende mit einer nach Graden abgetheilten Scale versehen, und das ganze Instrument muſs stets eine geringere Dichtigkeit als die Flüssigkeit haben, worin man es tauchen will. Minder dichte Flüssigkeiten leisten dem einsinkenden Körper weniger Widerstand, als schwerere; mithin wird ein Instrument, welches z. B. in reinem wasserfreien Weingeist bis 1000° einsinkt, in destillirtem Wasser bis 0° sinken, oder bei vermehrter Senkmasse in destillirtem Wasser 1000°, in Schwefelsäure bis 600 etc.; woraus die Dichtigkeitsverhältnisse beider Flüssigkeiten hervorgehen. Eine etwas abweichende Einrichtung haben die Areometer ohne Scale oder mit veränderlichem Gewichte; die man auch Areometer der ersten Art (so wie die vorigen Areometer der zweiten Art) zu nennen pflegt. Der Hals endet sich nämlich nach oben mit einem concaven Tellerchen, auf den mehr oder weniger Gewichte gelegt werden können. Um das Instrument bis an das Zeichen einzusenken, wird ein bestimmtes Gewicht (das beständige Gewicht des Areometers) erfordert; alle mittelst dieses Instruments zu bestimmende feste Körper, müssen ein geringeres absolutes Gewicht besitzen, als das beständige Gewicht beträgt. Entfernt man daher das beständige Gewicht (es sey z. B. 1000 Gran) von dem Teller, und legt statt

dessen einen festen Körper auf, der z. B. noch 200 Gran Zulage erfordert, um das Instrument bis an das Zeichen einsinken zu machen, so folgt, daſs das absolute Gewicht des festen Körpers 800 Gran beträgt; man entfernt ihn jetzt von dem Teller und legt ihn in das unter dem Bauche befindliche Eimerchen, welches den Senker bildet; ist der Körper leichter als das destillirte Wasser so wird er durch (zwei am Bauchende befindliche) Häkchen befestigt, und so untergetaucht. Er verliert jetzt soviel von seinem absoluten Gewichte, als das Wasservolum beträgt, welches er aus der Stelle getrieben hat, das Instrument steigt mithin wieder um etwas in die Höhe, und es muſs aufs neue der Teller mit Gewichten beschwert werden, um es bis zum Zeichen untergetaucht zu erhalten. Dieser neue Gewichtzuschuſs ist dem absoluten Gewichte der vertriebenen Wassersäule gleich; gesetzt er betrage 40 Gran, so verhalten sich die absoluten Gewichte des festen Körpers und des Wassers bei gleichem Volum, wie 800 zu 40, mithin erstere Zahl mit lezterer dividirt, giebt die Dichtigkeit jenes Körpers zu der des Wassers wie 20 zu 1 an. (Vergl. §. 23.) Man kann diese Areometer (wenn sie von Glas sind) auch zur Bestimmung der Flüssigkeiten rücksichtlich ihrer Dichtigkeiten anwenden; indem die leichtere eine geringere Belastung des Tellers mit Gewichten heischt, als die schwerere, um das Instrument bis zum Zeichen zu senken etc. Ueber die Einrichtungen und den Gebrauch des Nicholsonschen, Fahrenheitischen, Beckschen Areometers, der Alcohollometer z. B. des von Richter, des allgemeinen Areometers von Schmidt und Ciarcy (Grens Journ. d. Phys. VII. S. 186), der

Salzspindeln, welche die Löthigkeit der Soole darthun (d. h. welche in 100 Loth Soole 1, 2 etc. Loth Kochsalz angeben) über ARNIM's Mikroareometer (GILBERT's Annal. I. IV. S. 418) u. m. a. mündlich. Ueber die weitere Literatur dieser Gegenstände vergl. KASTNER a. a. O. S. 134 u. s. f. Ein Haupthinderniſs beim Gebrauch der Areometer ist die Adhäsion des Wassers; welches übrigens bei allen Dichtigkeitsbestimmungen, im reinsten Zustande zur zu vergleichenden Einheit angenommen, und entweder = 1 oder = 1000 gesetzt wird.

5) Ausser den angezeigten Methoden bedient man sich zur Bestimmung des specifischen Gewichts (von einigen auch Eigenschwere genannt) der Flüssigkeiten, theils einer elffenbeinernen oder gläsernen Kugel, die an eine Schale der hydrostatischen Waage befestigt zuerst an der Luft, dann in Wasser und (nach vorangegangenem Abtrocknen) in der zu bestimmenden Flüssigkeit gewogen wird; der zulezt erhaltene angemerkte Verlust durch den zuerst erhaltenen dividirt, giebt das gesuchte specifische Gewicht; theils füllt man weisse Gläser von bekanntem Rauminhalte, die mit eingeschliffenen Stöpseln versehen sind, und deren Gewicht in der Luft bekannt ist, genau mit Wasser, merkt das Gewicht des so gefüllten Glases an, entleert es genau und bringt die zu prüfende Flüssigkeit hinein, welche sammt dem Glase gewogen, nach Abzug des Thara durch Vergleichung der Netto, auf oben beschriebene Weise zur Bestimmung der comparativen Dichtigkeit führt. Um das Gewicht z. B. eines Cubiczolls Wasser anzugeben, wäge man einen genau gearbeiteten Cubiczoll von Messing zuvor in der Luft und dann im reinsten Wasser; der

Gewichtsverlust giebt das absolute Gewicht des Cub. Zolls Wasser an. Nöthige Cauteln dabei. SCHMIDT (phys. mathem. Abh. S. 79) bestimmt das Gewicht eines pariser (Duodecimal-) Cubiczolles Wasser bei 16° R. = 323 Gran cöln.; mithin das des paris. Cubicfusses = 72,675 Pfd. cöln. LANGSDORFF (Grundlehre d. mechanisch. Wissensch. 4. S. 71) setzt das eines pariser Cubicfusses = 69,995 Pfd. paris. oder 67,3 Pfd. nürnbergisch; STUDER (GILBERTS Annal. XIII. 1 St. S. 122) das des pariser (Duodecimal-) Cubiczolles bei 12° R. = 330,94 Gran cöln. und das eines pariser Cubicfusses destillirten Wassers = 70,920 Pfd. cöln. Andere bestimmen den pariser Cubicfuſs Wasser = 69,015, woraus sich das Gewicht eines paris. Cubicfusses Quecksilber = 943,711 Pfd. paris. oder 989,682 Pfd. cöln. ergiebt. Ein Duodecimal-Cubiczoll destillirtes Wasser wiegt nach dem Original des Berlinischen eigentlich rheinländischen Fuſsmaases, und nach dem in Berlin vorhandenen Normal-Apothekergewichte 14° R. 288 Gran. TRALLES wollte gefunden haben, daſs luftleeres und luftvolles (gewöhnliches destillirtes) Wasser, nicht merklich ihres specifischen Gewichts differiren (GILBERT a. a. O. B. XXVIII. 4s St. S. 479). Auch die Grösse fester Körper in Cubicmaas, läſst sich leicht aus dem, was ein solcher Körper von seinem absolut. Gewicht in Wasser verliert, finden, wenn zuvor das absol. Gewicht des Wassers im gegebenen Cubicmaase bekannt ist.

6) Eigentlich sollten die Körper, vorzüglich sehr leichte z. B. Kork, Papier etc. statt in der Luft, im möglichst luftentleerten Raume gewogen werden, um ihr absolutes Gewicht zu erhalten; und da der Erfah-

rung gemäſs alle feste und liquide Körper mehr oder weniger Luft beigemengt, oder als dichtere Atmosphäre umschwebend enthalten, so sollte diese wenigstens bei sehr porösen Substanzen z. B. Holz, zuvor soviel wie möglich durch langes Liegen in dem Wasser herausgebracht werden, um wenigstens einen Lufsgehalt übrig zu behalten, der der Luftmenge des Wassers näher kommt; weil sonst immer nur mittlere specifische Gewichte erhalten werden. Viele Körper sind an sich schwerer als das Wasser, ihre beigemengte Luft (oder andere leichte Körper) bewirkt aber ein mittleres specifisches Gewicht von geringerer Dichtigkeit als das Wasser; z. B. hohle Metallkugeln, Kohle, Holz etc.

7) Bei leichteren Körpern (als das Wasser) läſst sich das specifische Gewicht auch noch ausser der oben angegebenen Methode dadurch finden, daſs man sie mit schwereren Massen z. B. mit Metallen mittelst eines Pferdehaars verbindet; das Metallstück braucht nur so groſs zu seyn als nöthig ist, den leichteren Körper unter das Wasser zu ziehen. Man bestimmt dann den Verlust beider im Wasser, und den des schwereren für sich und zieht dessen Verlust von ersterem Verluste ab; der Rest giebt dann das Gewicht des Wassers an, welches mit dem leichteren Körper gleiches Volum hat etc. Auch kann man sich statt des Metalles eines Glaseimers zum Schwermachen bedienen, der auch zugleich beim Abwägen der Pulver benutzt werden kann.

8) Ist der zu bestimmende Körper im Wasser löslich, so bestimmt man sein Gewicht in absoluten Alkohol, oder wenn er sich auch hierin löst: in rectificirtem Terpentinöl, und da die specifischen Gewichte

dieser Flüssigkeiten bekannt sind, oder leicht ausgemittelt werden können, so läfst sich daraus auch leicht das specifische Gewicht des löslichen Körpers gegen Wasser bestimmen. Bezeichnen wir den leichteren Körper mit L, den Weingeist mit S, und das Wasser mit W, und setzen wir $S : W = 9 : 10$ und $L : S = 5 : 9$; so ist $L : W = 5 : 10$ (und $W = 1$ angenommen: $L = \frac{1}{2}$).

9) Besteht ein Körper aus zwei oder mehreren Materien von verschiedener Dichtigkeit, die aber bei jeder einzelnen Materie bekannt ist, und bestimmt man sein absolutes Gewicht durch Wägen in der Luft und sein specifisches Gewicht durch Wägen im Wasser, so läfst sich hieraus ohngefähr berechnen, wieviel von jeder der Materien in den ganzem Körper enthalten ist. Man nennt dieses das Archimedeische Problem, weil nach einer für fabelhaft zu haltenden Erzählung Vitruv's (de architectura, Lib. 9. Cap. 3.) Archimedes gefunden haben soll, wieviel Silber eine angeblich goldene Krone des Königs Hiero in Syracus enthalten habe. Indefs wird die ganze Auflösung des Problems dadurch ungewifs, dafs zwei sich mischende Materien von verschiedener Dichtigkeit, nicht die mittlere Dichtigkeit, sondern öfters eine grössere oder geringere erhalten; ein Fall der auch häufig bei Lösungen und Vermischungen tropfbarer Flüssigkeiten eintritt. Z. B. Kochsalz in Wasser aufgelöst, giebt eine Raumerfüllung, die der Summe der Räume von dem Kochsalz und dem Wasser für sich nicht gleich ist. Daher werden bei Verfertigung der Scalen zu den Salzspindeln eigene Beobachtungen und derauf gegründete Rechnungen erfordert, um aus dem specifischen Ge-

wicht der Salzlösung, die Menge des in einem gegebenen Gewichte der Salzsoole enthaltenen Salzes zu bestimmen; vergl. Lambert in der Histoire l'acad. de Prusse 1762. T. XVIII. S. 27. ff., der eine solche Tabelle berechnet hat. Etwas ähnliches findet bei der Vermischung von Weingeist und Wasser statt; Gilpin (vergl. Grens neues Journ. d. Phys. B. II. S. 363 ff.) hat die dazu nöthigen Versuche angestellt und in einer Tabelle die specifischen Gewichte der verschiedenen Mischungen angegeben. Lowiz zeigte indeſs (Crells Ann. 1796. Bd. I. S. 202 etc.), daſs der von Gilpin angewendete Alkohol noch nicht vollkommen wasserfrei war, und daſs die Entwässerung desselben sich bis 0,791 (bei 68° Fahr.) specifischen Gew. treiben lasse, wonach er eine verbesserte Tabelle jener Gemische entworfen und a. a. O. mitgetheilt hat.

10) Um die specifischen Gewichte der Luftarten aufzufinden, leert man genau einen haltbar gläsernen oder kupfernen kugelichten Recipienten, dessen Höhlung genau ausgemessen, mit Hülfe der Luftpumpe (von deren Einrichtung und Gebrauch nebst den bei diesen und ähnlichen Versuchen nöthigen Cauteln in der Folge), wiegt ihn, füllt ihn mit der zu bestimmenden Luft und wiegt ihn wieder; das erhaltene absolute Gewicht des Luftquantums wird dann auf das eines Cubikzolles reducirt; und durch Vergleichung mit dem absoluten Gewicht derselben Menge Wassers, das specifische Gewicht der Luft ausgemittelt. Guericke's Monometer (Manometrum, Dasymetrum) oder Luftdichtigkeitsmesser, besteht aus einem länglich starken, jedoch leicht beweglichen gleicharmigen Wagebalken, an dessen einem Ende eine hohle kupferne möglichst dünnblechige, genau verschlieſs-

bare Kugel, und an dessen anderem Ende ein längliches Bleigewicht hängt, welches der Kugel bei ihrer mittleren Dichtigkeit das Gleichgewicht hält. Der Widerstand der Luft gegen das Bleigewicht ist sehr geringe und als nicht vorhanden zu betrachten, hingegen bei der hohlen Kugel bedeutend, so daſs ein merklicher Unterschied beobachtet wird, je nachdem die Dichtigkeit der Luft wächst oder zunimmt. Im ersteren Falle steigt die Kugel, im lezteren sinkt sie; und dieser Unterschied wird entweder durch Ab- und Zunehmen kleiner Gewichte an dem Gegengewicht (bis zur Herstellung des Gleichgewichts) oder durch Fortschieben eines Laufgewichts am Arme des Gegengewichts bestimmt. Je grösser die kupferne Kugel und je vollkommener sie ausgepumpt ist, um so brauchbarer ist das Instrument.

11) Lavosier (S. die Tabellen bei dessen System der Chemie, übers. von Hermbstädt. Berlin 1792. II. Bd. S. 246) hat bei 10° R. und 28'' Barometerstand das absolute Gewicht (im französ. Med. Gew.) eines Cubiczolles von nachfolgenden Luftarten bestimmt, welche nach Fischer (vergl. Gren a. a. O. S. 215) auf Berliner Maas und Gewicht reducirt, folgende Tabelle darstellen.

	Der Paris. Cubiczoll wiegt in französ. Mark-Gewicht.	*Der Berliner Duodecimal-Cubiczoll wiegt in demselben Med. Gewicht.*
Atmosphärische Luft	0,46005 Gran	0,3644
Lebensluft (Oxygène)	0,50695 —	0,4015
Stickluft (Azote)	0,44444 —	0,3520
Brennbare Luft (Hydrogène)	0,03539 —	0,0280
Nitröse Luft	0,54690 —	0,4331
Ammoniakluft	0,27488 —	0,2177
Fixe oder kohlensaure Luft	0,68985 —	0,5464
Schwefellichtsaure Luft	1,03820 —	0,8222

Tabelle über das specifische Gewicht verschiedener Stoffe gegen das zur Einheit angenommene des reinen Wassers = 1,000 gesetzt, bei 10° Reaum.

Metalle.

Platina	gehämmert	21,069
	gegossen	19,500
Gold	gehämmert	19,361
	gegossen	19,258
Silber	gehämmert	10,510
	gegossen	10,474
Quecksilber		13,674
	bis	14,110
Blei	gegossen	11,352
Zinn	von Bancas	7,216
	v. Malacca geg.	7,296
	geh.	7,306
	v. Cornwall geg.	7,291
	geh.	7,799
Kupfer	gegossen	7,788
	zu Drath gez.	8,878
	Japanisch. geg.	8,726
	geschmied.	9,000
Nickel	gegossen	8,279
	gestreckt	8,666
	bis	9,000
Kobalt	gegossen	7,811
	gestreckt	8,150
Eisen	Rohreisen	7,207
	Schmeideisen	7,788
	schwed.	7,765
	Stahl	7,810
	bis	7,833
Uran		6,440
Tantalium als Oxyd		6,500
Manganes		7,000
Schenlium		6,823
Molybdän		6,963
Wismuth		9,832
Spiefsglanz		6,702
Zink		7,215
Tellur		6,115
Chrom		5,90
Arsenik		8,308

Einige Metallgemische.

Gold 442 Gran, Silber 38		= 17,927
Gold 442 Gran, Silber 19, Kupfer 19		= 17,344
Gold 442 Gran, Kupfer 38		= 17,157

Erze.

Schwefelkies		4,789
	bis	4,912
Kupferkies		3,800
	bis	4,158
Zinnober		7,838
	bis	8,002
Bleiglanz		7,220
Schwefelspiesglanz		4,700
	bis	4,858

Einige Erden und Steine.	
Bergkrystall weisser	2,888
Beryll sibirischer	2,722
Smaragd	2,678
Zirkon ceylonischer	4,416
Gadolinit	4,237
Cererit (Ochroit)	4,660
Oriental. Sapphir	4,203
Turmalin	3,155
Töpferthon	2,000
Meerschaum	0,336
Speckstein	2,727
Venetianischer Talk	2,780
Kreide	2,315
Körniger Kalkstein	2,837
Isländischer Kalkspath	2,715
Strontianit	3,644
Schwerspath, dichter	4,400
Witherit	4,338
Bergkork	0,680
bis	0,993
Bimstein	0,914

Erdharze und Erdöle.	
Bergnaphtha	0,708
Petroleum	0,854
bis	1,110
Asphalt	1,203
bis	1,744
Steinkohle	1,270
bis	1,500
Braunkohle	1,019
bis	1,292

Kohlenartige Mineralien	
Graphit	1,860
Kohlenblende	1,468
Demant	3,521
bis	3,654
Natürlicher Schwefel	2,033
Stangenschwefel	1,800
bis	1,990
Gelblichbrauner Phosphor	1,770
Schwefelalkohol	1,300
Wasserstoff als Gas	0,000094
Sauerstoff	0,00135
Stickstoff	0,00115
Holzkohle	0,441
Weisses Krystallglas	2,892
bis	2,488
Grünes Bouteillenglas	2,642
Engl. Flintglas	3,329
Porzellan von Severs	2,145
von China	2,384
Concentrische Schwefelsäure	1,877
Salpetersäure	1,538
Salzsäure	1,194
Boraxsäure	1,479
Arseniksäure	3,391
Aetzender Salmiakgeist	0,890
Zerfloss. kohlens. Kali	1,550
Schwefelsaures Kali	2,298
Schwefelsaures Natron	2,246
Salpeter	1,900
Kochsalz	1,918

Sublim. Salmiak	1.420	Gummilack	1,139
Borax	1,720	Benzoe	1,092
Alaun	1,714	Myrrhe	1,360
Bleizucker	2,395	Stinkend. Asand	1,327
Eisenvitriol	1,880	Aloe	1,358
Alkohol	0,791	Opium	1,336
Wein	0,916	Elfenbein	1,825
	bis 1,039	Hünnereier	1,090
Aetherische Oele	0,893	Korkholz	0,240
	bis 1,094	Tannenholz	0,550
Fette Oele	0,853	Lindenholz	0,604
	bis 0,966	Birnbaumholz	0,661
Kampher	0,988	Pflaumenholz	0,785
Weisses Pech	1,072	Erlenholz	0,800
Copal	1,139	Eichenholz	0,929
Federharz	0,933		bis 1,666
Weisser Zucker	0,606	Mahagonyholz	1,063
Wallrath	0,943	Ebenholz	1,209
Butter	0,942	Griesholz	1,200
Arabisches Gummi	1,452	Eis	0,916
Indigo	0,769	Kalimetalloid	0,874

Vergl. Muschenbroek introduct. ad philos. nat. T. II. §. 1417; Brison a. a. O. Hauys Lehrb. d. Mineneralogie übers. v. Karsten. Theils können solche Tabellen in mehreren Fällen zur Prüfung der Aechtheit verschiedener Substanzen gebraucht werden, theils dienen sie dazu, das Gewicht eines Cubiczolles, Cub. Fusses etc. der angegebenen Stoffe aufzufinden, vergl. oben; theils können sie zu Vergleichungen und (durch Experimente zu bestätigende) Schlüsse über die Na-Natur und Mischung verschiedener Stoffe benutzt werden.

13) Da den vorhergegangenen Untersuchungen über die Schwere zufolge, die Erdatmosphäre in verschiedenen Höhen von verschiedener Dichtigkeit ist, und da diese ausserdem noch durch Electricität, Wärme und mehrere ähnliche Ursachen, für eine oder die andere Luftschicht sehr beträchtlich wechseln kann, so ergiebt sich hieraus die Möglichkeit, dafs ein und derselbe Körper in ihr zum Sinken und Schweben, Aufsteigen und Schwimmen gebracht werden kann. Dahin gehört das Steigen und Fallen des Nebels, der Wolken etc.

§. 79.

Kommt ein frei beweglicher specifisch leichterer Körper mit einer schwereren Flüssigkeit in Berührung, so wird er sich in die Höhe begeben und von selbst schwimmen (Innatare fluido, flotter). War der leichtere Körper flüssig, und befanden sich beide in einem Behälter, so werden sie nur dann im Gleichgewicht oder in Ruhe seyn, wenn sie so übereinander stehen, dafs der leichtere obere von dem unteren durch eine horizontale dem Spiegel (Niveau) parallele Fläche begrenzt wird, vergl. oben. Ist hingegen der leichtere ein fester Körper, so wird er nur in derjenigen Lage schwimmen, in welcher sein Schwerpunct senkrecht über den Mittelpunct (Stützpunct) des aus der Stelle getriebene Flüssigen steht. Findet diese Richtung beider Puncte nicht statt, so wird der schwim-

mende Körper sich solange (gleich einem Hebel) drehen und umwerfen, bis jenes Verhältniſs eingetreten ist. Läſst dabei die Gestalt des Körpers eine Veränderung der Lage seines Schwerpunctes zu, und liegt der Schwerpunct mehr oder weniger höher über dem Stützpunct, so wird der Schwerpunct sich bei jedem Schwanken des Flüssigen so tief wie möglich senken, und der Körper umschlagen. In dem Maase wie aber der schwimmende Körper in den tragenden eintaucht, wird sein Schwerpunct nach oben zu verrückt werden, indem die Gewichtigkeit des eintauchenden Theils vom Seitendruck des Flüssigen Verminderung erleidet, und er wird umfallen, wenn er nicht durch hinreichende Seitenausdehnung, auch bei jeder Lage noch soviel Masse zur Seite behält, daſs der Schwerpunct innerhalb seiner unterstützten Fläche fällt.

1) Beim Gehen im Wasser bemerkt man dieses Vorrücken des Schwerpunctes am deutlichsten an sich selbst, durch den unsicheren Gang; indem der Schwerpunct um so höher rückt, je tiefer man eintaucht; ganz untergetaucht oder bis ans Kinn, ist daher die Gefahr des Umschlagens geringer als z. B. bis zur Brust.

2) Um wieviel der schwimmende Körper eintaucht, wird genau durch das Verhältniſs seines specifischen Gewichts zu dem des Flüssigen (dem das Verhältniſs des Volumens seines eingetauchten Theils zu seinem ganzen Volumen gleich ist) bestimmt. Würfel von

Kork, Tannenholz, Eichenholz werden zu verschiedenen Tiefen eintauchen; und ein und derselbe Würfel wird in Seewasser minder tief als im süssen Wasser, und im Weingeist eintauchen. Es giebt dieses Gelegenheit die specifischen Gewichte zweier Flüssigkeikeiten jedoch nicht mit grosser Genauigkeit zu vergleichen. So wie sich die Umfänge des eingetauchten Theils verhalten, so verhalten sich die specifischen Gewichte der geprüften Flüssigkeiten. Kennt man den cubischen Inhalt des eingetauchten Theils, und das absolute Gewicht eines bestimmten cubischen Inhalts (z. B. eines Cubicfusses) der tragenden Flüssigkeit, so kann man daraus das absolute Gewicht des ganzen schwimmenden Körpers bestimmen; indem das absolute Gewicht des schwimmenden Körpers gleich ist, der Grösse seines eingetauchten Theils, multiplicirt mit dem absoluten Gewichte des bestimmten cubischen Inhalts der Flüssigkeit. Ist hingegen das absolute Gewicht des schwimmenden Körpers, und des bestimmten cubischen Inhalts der tragenden Flüssigkeit bekannt, so ist die Grösse des eingetauchten Theils, gleich dem absoluten Gewicht des schwimmenden Körpers, dividirt durch das absolute Gewicht des bestimmten cubischen Inhalts der Flüssigkeit. Anwendungen von beiden Fällen auf beladene Schiffe.

3) Haben zwei schwimmende Körper (von gleichem oder verschiedenem specifischen Gewichte) gleiches absolutes Gewicht, so werden beide gleich tief in einerlei Flüssigkeit eintauchen; ist hingegen (auch bei gleichem specif. Gew. der schwimmenden Körper) ihr absolutes Gew. verschieden, so werden sie auch zu verhältnifsmässig verschiedenen Tiefen eintauchen.

4) Vermöge der Adhäsion wird indeſs jeder schwimmende Körper etwas tiefer eintauchen, oder etwas höher von der Flüssigkeit umflossen werden, als er seinem Gewichte nach sollte; und nach Verschiedenheit der Adhäsion, wird auch dieses etwas zu- oder abnehmen.

5) In der Regel ist der menschliche Körper specifisch schwerer als das Wasser, und zwar verhält sich (Muchenbreock a. a. O. §. 1399.) sein specifisches Gewicht zu dem des Wassers wie 1,111 zu 1,000. Beim künstlichen Schwimmen hat er aber nur sein respectives Gewicht emporzuhalten, d. i. denjenigen Ueberschuſs seines absoluten Gewichts über das absolute Gewicht eines gleich grossen Wasservolums, als er eintauchend aus der Stelle drängt, addirt zu dem Gewichte seines noch hervorragenden Körpertheils. Paolo Moccia wog 300 neapolitanische Pfund, und war demnach 30 Pfund leichter als ein gleich grosses Wasservolum. Vergl. Karstens Lehrbegr. der gesammten Mathematik, Th. III. Hydrostatik, §. 31; und mehrere ähnliche Fälle bei Robertson in dem Transact. philosoph. Vol. L. S. 30 u. s. f.

§. 80.

Jeder leichtere Körper ist zwar gegen das Untersinken durch seine geringere Dichtigkeit geschützt, wenn man ihn auf eine schwerere Flüssigkeit legt, aber nicht gegen das Eintauchen; denn auch die dünneste feste Platte oder Scheibe wird so tief eintauchen, bis die Menge der von ihr verdrängten Flüssig-

keit ihr an Gewicht gleich ist. Es drückt nämlich jeder schwimmende feste Körper (vergl. oben) mit seinem absoluten Gewichte, auf die unter ihm befindliche Flüssigkeitssäule und vermehrt daher das Gewicht derselben, diese dadurch dichter und schwerer gewordene Säule sinkt mithin in der übrigen Flüssigkeit so tief ein, bis sie eine Höhe erreicht hat, der zufolge sie mit dem auf ihr liegenden Körper gemeinschaftlich, mit den übrigen Flüssigkeiten im Gleichgewicht steht.

§. 81.

Um einen festen Körper zum Schwimmen (flotter) zu bringen, wird nicht gerade erfordert, dafs er in allen Theilen specifisch leichter sey, sondern nur, dafs er zusammen mit allen seinen Theilen (auch von noch so verschiedener Dichtigkeit) nicht mehr wiege, als ein gleich grosses Volumen der tragenden Flüssigkeit. Verbindet man daher einen schwereren Körper, mit einem der specifisch leichter ist als die tragende Flüssigkeit, so kann sehr leicht der Fall eintreten, dafs der erstere mittelst dieser Verbindung zum Schwimmen gebracht wird; und umgekehrt kann auch der leichtere Körper durch Verbindung mit einem schwereren, in einem Verhältnisse, das die mittlere Dichtigkeit beider noch

die der tragenden Flüssigkeit übertrifft, zum Sinken gebracht werden.

1) Als Belege des ersteren Falls können genannt werden: das Schwimmen der Nebel- und Dunstbläschen, der Luftballons und Aerostaten überhaupt in gewissen Höhen; das hohler Kugeln, leerer verstopfter Flaschen, aufgetriebener (Harn-) Blasen die zusammengedrückt zu Boden sinken; der beladenen Schiffe, der Pontons; das Schwimmen mittelst Schwimmgürteln, Rindsblasen, Binsen, Kork; die Art Schiffe in seichte Häfen zu buxiren; das Emporsteigen der Cadaver, in dem Maase wie sich durch die Fäulniſs in ihnen verschiedene Luftarten entwickeln; das Auf- und Niedersteigen der Fische; das periodische Emporkommen einiger Wasserpflanzen durch angebildete Luft enthaltende Blasen; u. m. dgl. Man wird mit aufgeblasenen Backen besser vom Wasser getragen, als bei geöffnetem Munde, so auch fette Menschen bei übrigens gleichen Umständen leichter als magere etc.

2) Zu dem lezteren Falle gehören: das Sinken leck gewordener Schiffe; die Luft in der Taucherglocke, während die Glocke ins Meer gesenkt wird; das Sinken umgestürzter Gläser, ausgedrückter Blasen, des von Luft entleerten Holzes, Ertrunkener etc.

D) *Vom Verhältniſs elastischer Flüssigkeiten zu ruhenden tropfbaren und festen Körpern.*

§. 82.

XII. Versuch. Eine gläserne recht trockene Röhre, die länger ist als 28 paris. Zoll, ver-

schliesse man an dem einen Ende mit einem zuvor in Wachs gekochten, gelinde erwärmten passenden trockenen Korkstöpsel, den man auswendig mit Siegellack überzieht, fülle sie dann mit reinem (ausgekochten) Quecksilber bis zur Mündung des offenen Endes, halte dieses mit dem Finger zu, kehre so die Röhre um, bringe das zugehaltene Ende mit dem Finger in eine Schaale mit Quecksilber, und ziehe jetzt, nachdem man die Röhre senkrecht gestellt hat, den Finger unter dem Quecksilber hervor: das Quecksilber in der Röhre wird etwas herabfallen, aber bis zu einer Höhe von ohngefähr 28 paris. Zoll über der Fläche des Quecksilbers in der Schaale stehen bleiben, und durch dieses Herabsinken, über sich einen (fast) luftentleerten Raum zurück lassen. Vermehrt man die Quecksilbermenge in der Schaale, so dafs das Niveau des Quecksilbers ausserhalb der Röhre höher wird, oder zieht man die (gehörig enge) Röhre senkrecht aus dem Gefässe; so wird das Quecksilber, die vorherige Leere ausfüllend, in die Höhe getrieben. Zieht man nach Wegnahme des Siegellacks den Korkstöpsel heraus, so fällt das Quecksilber in der Röhre augenblicklich so lange, bis es mit dem der Schaale gleiche Höhe hat, oder mit ihm eine horizontale Fläche bildet.

1) Dieser wichtige Versuch wurde zuerst von Evangelista Torricelli im J. 1644 angestellt, um dadurch die von seinem grossen Lehrer Gallilei behauptete Schwere und den Druck der Luft zu beweisen; vergl. Casp. Schotti Technica curiosa. Herbipol. 1664. 4. I. III. S. 192. Die mit dem Quecksilber versehene Röhre, nennt man daher auch die Torricellische Röhre (Tubus torricellianus), und die Leere über dem Quecksilber in der Röhre die Torricellische Leere (Vacuum toricellianum).

2) Offenbar beruht das Hängenbleiben in der Röhre bis zu jener Höhe von 28″ paris., auf dem einseitig wirksamen Luftdruck der umgebenden Atmosphäre; denn wohl vermag die Luft auf das Quecksilber der Schaale ausserhalb der Röhre, aber nicht auf das in der Röhre zu wirken, wo sie nicht existirt.

3) Die Stärke dieses Luftdrucks, muſs der Stärke des Gegendrucks des in der Röhre 28 Zoll hoch stehenden Quecksilbers gleich seyn, mithin gegen jede gegebene Fläche so groſs, als das Gewicht einer Quecksilbersäule von derselben Grundfläche und von der Höhe in der Torricellischen Röhre. Bei 28 Zoll Höhe, ist der Druck der Luft auf einem paris. Quadratfuſs Fläche = 2221 Pfund; vergl. Schmidts Handb. d. Naturlehre S. 128.

4) Sind die Ursachen des Luftdrucks veränderlich, so wird es auch der Druck selbst, und mithin auch die Höhe des Quecksilbers in der Röhre. Der Erfahrung gemäſs, ist dieses wirklich häufig an einem und demselben Orte der Fall, indem zu Zeiten die Höhe bis auf eine gewisse Grenze grösser oder kleiner wird. Da nun das Quecksilber in der Torricell. Röhre

diese Veränderungen des Luftdrucks (eine Folge der Schwere und verschiedenen Elasticität) anzeigt, so nennt man die Torric. Röhre auch Baroscop oder Barometer; und so wie mittelst des Manometers (vergl. §. 78. N. 10.) die Dichtigkeit der Luft gemessen wird, so läſst sich mit dem Barometer auch das mehr oder weniger der Elasticität der Luft bestimmen. In sofern als jene Veränderungen theils mit Wetterveränderungen in Zusammenhang stehen, theils von ihnen begleitet werden, nennt man das Barometer auch ein Wetterglas. Beide Elasticität und Dichtigkeit der Luft, können sich jede für sich aus verschiedenen Röhrchen merklich ändern, ohne daſs dadurch die eine oder andere zu gleichmässigen Aenderungen bestimmt werde.

5) Um den Luftdruck (der im Freien auch mit der Dichtigkeit im Verhältnisse stehen muſs, woraus sich erklärt, weshalb das Fallen des Quecksilbers nicht den Entfernungen von der Erde oder den Höhen proportional, sondern stets etwas kleiner ist) mittelst des Barometers genau zu messen, müssen bei seiner Verfertigung folgende Regeln beobachtet werden; a) die Glasröhre muſs durchaus von gleichem Durchmesser (am besten 2‴ Weite) seyn, indem in bald engen bald weiten Röhren, theils die genaue Beobachtung des Quecksilberstandes verhindert, theils das Quecksilber von den inneren Glaswänden ungleichmässig angezogen wird; vergl. In zu weiten Röhren schleicht sich beim Forttragen eher Luft ein als in die engeren; auch sind sie beim Auskochen des Quecksilbers leichter dem Zerspringen ausgesetzt. b) Das eine Ende der Röhre wird an der Lampe halbkuglich zugeschmolzen; c) das Quecksilber muſs che-

misch rein (aus Aetzsublimat oder Zinnober dargestellt) seyn, und d) vor dem Eintragen in die erwärmte Röhre in einer Glasretorte bis zum Sieden erhitzt werden, um es von Feuchtigkeit zu befreien; man läſst es dann noch warm durch eine Druckpapier Tute in die Röhre laufen, erhitzt es hierin nochmals um durch dieses zweite Auskochen den lezten Rest von Feuchtigkeit und anhängender Luft zu vertreiben. e) Endlich wird die Röhre auf die möglichst ebene Fläche eines Brettes in einer Rinne liegend befestigt, und parallel mit der Quecksilbersäule eine genau in paris. Zolle und Linien abgetheilte Scale auf dem Papiere gezeichnet, welches dem Brette zum Uebergange dient. Ausgekochtes Quecksilber bewegt sich übrigens (auch in der inwendig möglichst glatten) Torricellischen Röhre, wegen grösserer Adhäsion, etwas langsamer als das nicht ausgekochte, worauf bei Beobachtungen zu merken ist. Zu Beobachtungen kleinerer Theile des Maasstabes der Scale, als die vorhin angegebenen, dient der Nonius oder Vernier. Eine Vergleichung des englischen, rheinländischen, pariser und schwedischen Maasstabes, nach denen hin und wieder die Scalen gefunden werden, giebt van Swinden an, vergl. Posit. physic. T. II. S. 107. Bei jeder Beobachtung muſs übrigens das Barometer vollkommen senkrecht hängen; das Auge in einerlei horizontaler Ebene mit der Fläche des Quecksilbers gehalten, und der Quecksilberstand beim höchsten Puncte seiner Convexität gemessen werden.

6) Die ausdehnende Wirkung der Wärme vergrössert bei hoher Temperatur die Barometerhöhe und verkleinert sie bei niederer Temperatur, wenn auch sonst der Luftdruck derselbe ist. Nach de Lüc

(dessen Unters. über die Atmosphäre §. 352—365) nimmt eine 27 Zoll lange Quecksilbersäule vom natürlichen Gefrierpuncte bis zum Siedepuncte des Wassers, um 6 Linien oder um $\frac{1}{54}$ ihrer Länge zu. Jede Vermehrung der Wärme um 1° Fahrenh. bringt mithin das Barometer um $\frac{1}{30}$, und jede Wärmezunahme von 30° Fahrenh. um eine Linie höher. Nenne man den am Thermometer beobachteten Grad k, den auf welchen man die Beobachtung zu reduciren wünscht i, und die Zahl der Grade des Fundamentalabstandes vom Eispuncte bis zum Siedepuncte (der bei 27 Zoll Bar. Höhe eigentlich nur = 178°, nicht 180° gesetzt werden kann) f; so findet man die Berichtigung des Barometerstandes wegen der Wärme (vergl. GEHLERS phys. Wörterb. Barometer) wenn man zur beobachteten Barometerhöhe B noch $\frac{i-k}{54\,f}B$ hinzusetzt, oder ist $i-k$ negativ, $\frac{i-k}{54\,f}B$ davon abzieht.

7) Die erst (von PASCAL 1643 vergl. experiences nouvelles touchans le vuide. Paris 1645 und traité de l'èquilibre des liqueurs et de la pesanteur de la masse de l'air. Paris 1663.) angewendeten Barometer hatten eine Einrichtung, welche derjenigen im XIIten Versuch gleich kam; da diese aber eine grosse Menge Quecksilber erforderten und nicht bequem transportirt werden konnten, so krümmte man das untere Ende der Röhre wieder aufwärts. Man nennt die so eingerichteten Barometer heberförmige oder Heberbarometer (Baromètre à siphon), und zieht sie mit Recht zu genauen Beobachtungen allen übrigen vor. Die Röhre desselben muſs cali-

brirt (d. h. auf die Gleichmässigkeit ihres Durchmessers geprüft) seyn, und entweder die ganze Röhre auf und nieder bewegt werden (und dadurch der Quecksilberspiegel des kürzeren Schenkels jedesmal auf Null geschoben werden) können, oder man muſs von dem, um welches das Quecksilber in der längeren Röhre gefallen ist, das abziehen, um welches es (vermöge der Herstellung des hydrostatischen Gleichgewichts) in dem kürzeren Schenkel stieg, oder zu dem, um welches es in den längeren Schenkel stieg, das um welches es in den kürzeren fiel, addiren; um jedesmal die wahre Steig- oder Fallhöhe auzugeben. (Vergl. de Luc a. a. O. §. 381.) Um dieser Berichtigung überhoben zu seyn, erweiterte man anfänglich den kürzeren Schenkel, und gab ihm eine kugelförmige oder ähnliche Gestalt, damit das in der längeren Röhre herabfallende Quecksilber, sich in einen um so weiteren Raum ausbreiten und dadurch die Höhe in der Kugel unmerklich vermehren könne; wodurch dann eine eben so unmerkliche hydrostatische Zurückwirkung des Quecksilbers im kürzeren Schenkel auf das Quecksilber im längeren erfolgen würde. Bei möglichster Weite des kürzeren Schenkels, reichet diese gewöhnlichste Einrichtung der Barometer zu nicht streng wissenschaftlichen Beobachtungen wohl hin; fordert man hingegen genaue Angaben wahrer Barometerhöhen, so müssen die (deshalb auch späterhin wieder gewählten) Heberbarometer angewendet werden.

8) Zu Höhenmessungen (vergl. §. 63. N. 1. u. weiter oben) bedient man sich der Reisebarometer, die ausser den allgemeinen Eigenschaften eines guten Barometers, noch eine Einrichtung haben müssen,

der zufolge sie sicher, bequem und ohne Luft eindringen zu lassen von einem Orte zum anderen transportirt werden können. Auch sind sie zweckmässig mit Stativen versehen um sie senkrecht aufzustellen, welches noch ausserdem (so wie auch bei anderen guten Barometern) dadurch vollkommener zu erreichen möglich wird, daſs man das Brett mit einem darin befestigten Pendel versieht. Hieher gehören: Amantons conisches Meerbarometer, mit allmählig abnehmender conischer Röhre, vergl. Remarques et experiences sur la construction d'une clepsydre, sur les Baromètres etc. Paris 1695. 12.; de Lucs Reisebarometer (a. a. O. II. §. 464.); Passements umwundenes Meerbarometer (a. a. O. I S. 59); Blondeaus Meerbarometer (Lichtenbergs Mag. I. 3. S. 80) Haas's Reisebarometer (Gilberts Annal. IV. 4. S. 456) v. Humboldts Reisebarometer (Gilbert a. a. O. II. 3. S. 321) Gödekings Reisebarometer (ebendas. S. 324) Rodigs einfaches R. Bar. (Ebend. IV. 4. S. 445) Benzenbergs R. Bar. (Ebend. IX. 4. S. 461) Maigne's R. Bar. (Ebend. XV. 4. 461) u. v. a. Das Verfahren mittelst des Barometers Höhen zu messen, gründet sich auf den bereits in N. 2. dieses §. erläuterten Erfahrungssatz, daſs das Quecksilber im Bar. desto tiefer sinkt, je schwächer die Luft darauf drückt, der Luftdruck aber je höher je mehr abnimmt. Gewöhnlich nimmt man dabei an, daſs der Barometerstand an der Meeresfläche 28 paris. Zoll sey, und daſs das Bar. um eine Linie falle, wenn man sich um 12,945 Toisen höher begiebt. Mit Hülfe der Rechnung des Unendlichen ergiebt sich dann die (de Lucsche) Regel: daſs der Höhenunterschied zweier Orte in paris. Toisen ausgedrückt = sey, der Differenz der

Logarithmen des Barometerstandes an diesen beiden Orten multiplicirt mit 10000. Vergl. Pascal a. a. O. p. 2. Kästners Abhandlung vom Höhenmessen. Göttingen 1775. S. 84. Bouguer in dem Mem. de Paris 1753. v. Humboldt in Gilberts Annal. XVI. 4. S. 468. Heron de Villefosse ebendas. XXVIII. I. S. 49. — Mehr oder weniger unsicher wird indeſs diese Methode durch die Veränderlichkeit des Luftdrucks an demselben Orte, durch die Schwierigkeit zwei absolut harmonirende Barometer zu erhalten und durch die bereits oben angegebenen allgemeinen Hindernisse der Barometerbeobachtungen.

9) Um geringe Aenderungen des Luftdrucks am Barometer, wie man wähnte möglichst bemerkbar zu machen, hat man verschiedene Künsteleien ersonnen, die indeſs durch Vermehrung der Friction und durch den Uebelstand, den Einfluſs der Temperatur nicht genau berechnen zu können, die Vortheile welche sie zu gewähren scheinen wieder aufheben. Es gehören dahin das nach einem Vorschlage Descartes jedoch verbessert ausgeführte Doppelbarometer des Huygens (welches Hook noch mehr vervollkommente, vergl. auch die Bemerk. Schmidts in Gilberts Annal. XIV. 2. S. 199.) vergl. Muschenbroek introd. §. 2080; das Hooksche oder de la Hire'sche Doppelbarometer, ebend. §. 2081; das Radbarometer (Wheelbarometer), ebend. §. 2089; Morlands schief liegendes Barometer, ebend. §. 2078; Bernouilli's rechtwinkliches Bar. (Barométre à l'Equerre) ebend. §. 2083; Wilsons sehr empfindliches Barometer, vergl. Voigts Magaz. V. 3. S. 248 etc. Man vergl. de Luc a. a. O. I. S. 17 u. F. Luz vollständige Beschreibung

von allen Barometern. Nürnberg u. Leipz. 1783. 8. — Ueber MUSCHENBROEKS (diss. phys. Lugd. 1729. 4. S. 673) u. a. Methode Barometerveränderungen aufzuzeichnen; über CHANGEUXS Barometrograph etc. mündlich. Ueber die Ursachen der Barometerveränderungen in der Folge; einstweilen vergl. man: DE LUCS kritische Untersuch. aller älteren und neueren Hypothesen über die Ursachen der Barometerveränderungen; a. a. O. I. S. 106. ff.

10) Schon aus den früheren Untersuchungen folgte, daſs das Volum eines eingesperrten oder auch mittelbar mit der Luft in Verbindung gesetzten Fluidums, von der Grösse des Luftdrucks bestimmt wird, (nach MARIOTE's Gesetz im umgekehrten Verhältnisse dieses Druckes steht) man muſs mithin vergleichende Messungen der Volumina solcher Flüssigkeiten bei gleichem Barometerstande vornehmen; oder einen bleibenden Normalstand des Barometers annehmen, für den die Volumina bei jenen Messungen gelten sollen, und durch Correction das beobachtete Vol. auf das für den Normalstand des Bar. zurückbringen. Bezeichnen wir das gemessene Vol. mit V, das daraus zu dem Normalstande b des Bar. zu findende Volumen mit v, den gegenwärtigen Barometerstand mit B, so ist $b : B = V : v$.

11) An den meisten Orten der Erde ist das Quecksilber der TORRICELLIschen Röhre stets in einiger vielleicht periodischen Bewegung; man sucht daher aus einer Reihe von Beobachtungen an einem Orte, arithmetisch das Mittel seines Standes zwischen dem höchsten und tiefsten Puncte, und erhält so den mittleren Barometerstand des Ortes. — An der Meeresfläche unter dem Aequator steht das Bar.

tiefer als an der Meeresfläche an den Polen, und nach einigen soll diese Differenz 1 Zoll betragen (vergl. Kants phys. Geographie von Volmer), worauf bei Höhenmessungen Rücksicht zu nehmen wäre. Der Grund dieser Erscheinung, liegt theils in der nach dem Aequator zu verminderten Schwere (vergl. §. 60 u. 61.) die einen verminderten Luftdruck zur Folge hat; theils in der grösseren Verdünnung der Luft durch anhaltende gleichförmige Wärme. So steigt auch zu Zeiten atmosphärischer Flut (durch Sonnen- und Mondanziehung vergl. §. 62.), nach den Beobachtungen von Hemmer, Planer, Steiglehner, Chiminello und Cassan, das steigende Barometer langsamer und das fallende fällt schwächer, als zu gewöhnlicher Zeit, oder als zur Zeit atmosphärischer Ebbe.

§. 83.

Was vom Quecksilber in der Torricellischen Röhre rücksichtlich des Luftdruckes gilt, findet auch bei allen anderen tropfbaren Flüssigkeiten seine Anwendung, und um soviel mal wie diese specifisch leichter als das Quecksilber sind, werden sie in einer ähnlichen Röhre höher stehen als das Quecksilber. Wenn das Quecksilber 27″ bis 28″ Höhe hat, so wird unter gleichen Umständen eine Wassersäule von 32′, und eine Weingeistsäule von 42′ — 45′ vom Luftdrucke getragen.

1) Hieher gehören noch folgende Erscheinungen: das Füllen der Flaschen, Glocken etc. mit Gasen;

die Einrichtung und Wirkung des Stechhebers, der Klepsydra, des sogenannten Oelkrugs der Wittwe zu Zarpath, des Zaubertrichters, des intermittirenden oder Zauberbrunnens und des Wasserhammers. In diesem lezteren (gläsernen) fliefst aus einer seiner Höhlungen das darin enthaltene Wasser, durch eine enge Zwischenröhre ungehindert, in Gestalt eines Strales in die andere luftleere Höhlung über. Auch schlägt das durch Luftwiderstand hier nicht gehinderte Wasser, heftig mit klapperndem Geräusche gegen das Glas des Gefässes (vergl. Einleit. §. 46 u. s. f.) — Aus einem mit Wasser gefüllten Gefässe mit enger Mündung läuft beim Umkehren nichts heraus; der offene Hahn eines vollen Fasses läfst bei geschlossenem Spundloche nichts herausfliessen; u. m. ä. Erscheinungen.

2) Befindet sich oberhalb des Quecksilbers, Wassers etc. in der Röhre etwas Luft, so werden diese tropfbaren Flüssigkeiten in einer geringeren Höhe von der äusseren Luft getragen werden; jene eingeschlossene Luft, wird hingegen beim Fallen des Quecksilbers verhältnifsmässig ausgedehnt werden.

3) Ist hingegen eine Portion atmosphärische Luft, für sich oder mit anderen Flüssigkeiten in ein Gefäfs vollkommen eingeschlossen, und alle Communication mit der äusseren Luft gehoben, so wird dieser eingeschlossene Theil dennoch ein Streben zur Expansion besitzen, welches dem Luftdrucke im Freien gleich ist; weil dieser Theil vorher mit der umgebenden Luft im Gleichgewichte und vermöge ihres Gegendrucks bis auf einen gewissen Grad zusammengedrückt war.

4) Drückt die Luft auf eine liquide Flüssigkeit an zwei verschiedenen Stellen, an der einen durch ihr Gewicht, an der andern, in einem Gefässe eingeschlossen, durch ihr Expansionsstreben, und es wird nun diese leztere eingeschlossene Luftmenge verdünnt, so wird das Gleichgewicht der Luftsäulen aufgehoben; es wird daher die tropfbare Flüssigkeit so lange durch den äusseren Luftdruck in das Gefäſs getrieben, bis der senkrechte Druck der aufgestiegenen Säule und das Expansionsstreben der darüber stehenden eingeschlossenen Luft, mit dem Drucke der äusseren Luftsäulen im Gleichgewichte stehen. Hieher gehört das Aufsteigen des Wassers in einem Glase, welches zuvor durch Erhitzung einen Theil seiner Luft verloren und mithin mehr oder weniger verdünnte Luft zurück behalten hat, wenn man es schnell mit seiner Mündung auf einen Teller mit Wasser stürzt; u. m. ähnliche Versuche.

§. 84.

XIII. Versuch. Eine kleine gläserne Handspritze, tauche man mit ihrer Mündung in eine tropfbare Flüssigkeit, und ziehe darauf den Stempel in die Höhe; die Flüssigkeit wird den durch das Aufziehen des Stempels entstandenen leeren Raum ausfüllen, und nach Maasgabe ihrer Dichtigkeit zu einer verschiedenen Höhe in die Röhre der Spritze herauf steigen, und so lange darin hängen bleiben, bis sie entweder durch den nieder gedrückten Stempel, oder nachdem der Stempel ganz aus der Röhre herausgezogen, durch

den nun auch von dieser Seite wieder gleichmässig starken Luftdruck herausgetrieben wird. Ein ähnlicher Erfolg wird eintreten, wenn man bei völlig herausgezogenem und entfernten Stempel, die Luft der Röhre mittelst des Mundes einsaugt.

1) Hält man eine thönerne Röhre in die Flamme des brennenden Holzes, und saugt die Luft ein, so wird auch die Flamme den Mund erreichen, und bei zu anhaltendem Saugen verletzen. — Ferner gehört hieher auch der im vorigen §. N. 4. erwähnte Versuch, so wie das Tabakrauchen, das Saugen der Kinder, der Mechanismus des Athmens, Trinkens, die Wirkung der Schröpfköpfe, das Füllen der Blasebälge mit Luft; die Einrichtung der Windöfen; Kirchers Brunnen mit Storch und Schlange; die Einrichtung des Stoſshebers etc.

2) Auch gründet sich hierauf die Wirkung der Saugepumpen (Antliae aspirantes, suctoriae), in welchen nach aufgehobenem Stempel, durch den einseitigen Druck der Luft auf die Fläche des Tropfbarflüssigen, dieses in den Stiefel der Pumpe emporgehoben wird. Jede Pumpe besteht wesentlich aus dem Stiefel (ein hohler Cylinder), dem Kolben oder Stempel (Embolus, ein solider Cylinder von einem Umfange, welcher der Weite des Stiefels fast gleichkommt) der damit verbundenen Kolbenstange (ein starker Stiel um den Kolben zu bewegen) und aus einem Hahn (Epistomium) oder Ventil (Ventilium) um Flüssigkeiten durchzulassen oder zu hemmen. Nähere Erläuterung an einem Modelle. — Die gröſste Höhe, zu welcher durch den äusseren

Luftdruck die tropfbare Flüssigkeit in der Pumpe erhoben werden kann, ist gleich derjenigen, in welche dieselbe Flüssigkeit in der Torricellischen Röhre stehen würde. Bei einer Wassersaugpumpe, darf daher die Höhe vom Wasserspiegel bis zum höchsten Hebepunct des Kolbens, in den niedrigsten (den gröſsten Luftdruck habenden) Gegenden nicht über 30 Fuſs, an höher liegenden Orten nach Maasgabe des Barometers muſs sie noch geringer seyn.

3) Die Pumpen (deren Erfindung sehr alt ist) veranlaſsten die Entdeckung des Drucks der Luft; alle durch ihn bewirkten Phänomene, erklärte man sonst aus — einem Abscheu der Natur vor dem leeren Raume (fuga vacui, vergl. Aristotes physicor. lib. 4. cap. 6. seqq. Aurel. 1607. p. 498. Pascal a. a. O.); bis Gallilei und Torricelli durch Beobachtungen und Pascal auf diese Beobachtungen gestützt diesen Wahn gründlich widerlegten. Streitigkeiten über die Schwere der Luft; Wallis u. a. Einwürfe etc. mündlich.

3) Auch feste Körper können durch den einseitigen Druck der Luft in Bewegung gesetzt werden: saugt man z. B. aus einer mit Lebensluft gefüllten Blase die Luft ein, so fällt die Blase zusammen; hieher gehört auch: Robervalls Versuch, oder Pascals Kammer und Guerike's Windbüchse mit verdünnter Luft. Vergl. Tentamina experimentor. natur. capt. in academia del Cimento. S. 29 ff.; und C. Schott a. a. O. L. XI. S. 881.

§. 85.

Bringt man im vorigen Versuch die Mündung der Spritze in eine genau anschliessende, nicht

poröse, mit Luft gefüllte Blase, und zieht nun den Stempel in die Höhe, so wird die Luft der Blase sich verdünnend den leer gewordenen Raum der Spritze füllen. Dasselbe wird erfolgen, wenn man den Stiefel einer Saugpumpe, mit einem für die äussere Luft vollkommen verschlossenen Luftbehälter in Verbindung setzt; giebt man dabei zugleich der in den Stiefel tretenden Luft Gelegenheit nach aussen zu entweichen, ohne äussere Luft einzulassen, so folgt, daſs bei wiederholten Pumpenzügen die Luft des Behälters endlich sehr verdünnt werden muſs. Man nennt eine solche Vorrichtung eine Luftpumpe (Antlia pneumatica), die seit ihrer Erfindung durch Otto von Guerike 1650 (und seit seinen damit in Gegenwart des deutschen Kaisers und mehrerer Fürsten auf dem Reichstage zu Regensburg angestellten Versuchen im J. 1654) mannichfaltige Abänderungen und Verbesserungen erfahren hat.

1) Vergl. Ottonis de Guerike experimenta nova Magdeburgica de vacuo spatio. Amstel. 1672. Fol. C. Schotti mechanica hydralico-pneumatica. Herbip. 1657. 4. Append. u. Technica curiosa. Herbip. 1664. 4.

2) Die nähere Einrichtung und Wirkungsweise an einem Modell und an verschiedenen Luftpumpen selbst. Zu ihren wesentlichen Theilen gehört noch ausser denen bei der Saugepumpe genannten, der

vom Stiefelboden ausgehende Hals und der damit verbundene Teller nebst Recipienten.

3) Robert Boyle durch obige Schriften mit dieser Erfindung bekannt gemacht, verbesserte zuerst die Luftpumpe und stellte mehrere wichtige Versuche damit an, vergl. dessen App. I.; daher nennen auch einige die mit der Luftpumpe hervorzubringende sogenannte Leere die Boyelsche Leere (Vacuum Boyleanum, welche richtiger Vacuum Guerikianum genannt zu werden verdient).

4) Vollkommen ist die Luftpumpe, wenn sie (vorausgesetzt bei dem was sonst zur Güte derselben gehört) so eingerichtet ist, das die Luft nicht bloſs mittelst derselben verdünnt, sondern auch durch Hineinpumpen äusserer Luft verdichtet werden kann. Eigentliche Verdichtungs- oder Compressionspumpen waren schon früher erfunden.

5) Ueber die älteren Luftpumpen, die (deutsche) Senguerdsche und Wolffische mit Hähnen, die (englische) Hawksbeesche mit doppelten Stiefeln und Ventilen und mit Leupolds Verbesserung; die Nolletsche mit dem früher von Papin angegebenen Steigbügel und dem Ventil auf dem Senguerdschen Hahne; die Smeatonsche mit den von Nairne und Blunt angebrachten Verbesserungen (vergl. Lichtenbergs Vorrede zu Erxlebens Naturl. 4te Ausg.), und die Cuthbersonsche Luftpumpe ohne Hähne und ohne Ventile mit Stöpseln und Oelladen zur Vermeidung des schädlichen Raums: vergl. man Gehlers phys. Wörterb. Art. Luftpumpe. Zu den neueren vorzüglicheren gehören: Baaders Quecksilberpumpe (Hübners phys. Tagebuch 1r Jahrg. 4s Vierth. Salzb. 1784. S. 650 u. Grens Journ. d. Phys. B. II.

S. 326 ff.), v. MARTINOWICHS Luftpumpe (zur Benutzung d. GUERIK. Leere bei chemischen Versuchen: CRELLS Beiträge zu den chem. Annal. V. 2. S. 131); HINDENBURGS Quecksilberpumpe (Antliae novae hydraulico-pneumaticae mechanismus et descriptio. Lips. 1787. 4.), SCHRADERS Luftpumpe mit metallenen Kegelventilen (Beschreib. einer neuen und vollkommenen Einrichtung der Luftpumpe. Leipz. 1791. 8. u. GRENS Journ. II. S. 357), SADLERS Oelpumpe (GILBERTS Annal. I. 3. S. 352—356), LITTLE's Luftpumpe (a. a. O. VI. I. S. 1); PRINCE's (Eb. I. 3. S. 357), PARROTS (VOIGTS Mag. III. I. 182) OTTENYS (Intell. Bl. d. Hall. allg. Literat. Zeit. 1805. N. 145) Verbesserungen und MENDELSOHNS Luftpumpe mit gläsernen Stiefeln und metallenen Kolben ohne Liederung (GILBERTS Annal. XXII. 1. S. 96).

6) Die Verdünnung der Luft geht, wenn der Stiefel dem Recipienten im Raume, (nämlich unter dem aufgezogenen Kolben) gleich ist, in der Progression $\frac{1}{2} : \frac{1}{4} : \frac{1}{8} : \frac{1}{16} : \frac{1}{32}$ etc., und ist der Stiefel halb so groſs als der Recipient in der Progression $\frac{2}{3} : \frac{4}{9} : \frac{8}{27} : \frac{16}{81} : \frac{32}{243}$ etc. fort; woraus schon folgt, daſs mittelst der Luftpumpe nie eine absolute Leere dargestellt werden kann. Setzen wir die Dichtigkeit der atmosphärischen Luft bei 27 paris. Zoll Bar. Stand $= 1$, so dürfte etwa 0,001 die stärkste mittest Auspumpung darzustellende Luftverdünnung seyn. LITTLE (a. a. O.) will indeſs mit seiner Luftpumpe eine 26000 malige Verdünnung erreicht haben. Bei Luftpumpen mit Hähnen, ist die äusserste Verdünnung in der Regel schwieriger zu erreichen, als bei Ventilpumpen; weil jene stets einen mehr oder minder schädlichen Raum (der bei guten Pumpen nicht über 0,0001 des

ganzen inneren Pumpenraumes betragen sollte), zwischen dem Boden des Stiefels und dem Hahne haben; übrigens nimmt bei jeder Art von Luftpumpe, das Bestreben der äusseren Luft vermöge ihres Druckes in den entleerten Raum zu dringen, und so das Gleichgewicht herzustellen, in dem Maase der Verdünnung zu, und kann auch bei den am vorzüglichsten schliessenden Ventilen und Hähnen nicht ganz vermieden werden; indem stets etwas Luft zwischen ihren Fugen, und durch die Zwischenräume des Kolbens und Stiefels auch bei den möglichst schnell auf einander folgenden Pumpenzügen, in den Raum des Recipienten eindringt. Eine gute Luftpumpe muſs möglichst schnelle Verdünnung und gehörige Leichtigkeit zur Anstellung der verschiedenen Versuche gewähren; ihre Kolben müssen ohne grossen Kraftaufwand bewegt werden können, und ihre Einrichtung muſs auf Einfachheit Anspruch machen. Bei Compressionsversuchen wählt man statt der lose aufgesetzten Recipienten solche, die auf das Ende des Luftpumpenhalses luftdicht aufgeschraubt werden können.

7) Um den Grad von Luftverdünnung zu beurtheilen, hat man verschiedene Proben; dahin gehören: a) die Barometerprobe, die auch bei der stärksten Verdünnung noch immer einigen Luftdruck vom Inneren des Recipienten anzeigt; der theils von wirklich noch vorhandener Luft, theils von entwickelten Dämpfen herrühret. Da sie eigentlich nur die Elasticität des noch übrigen Elastischflüssigen nicht aber seine Menge miſst, so heiſst sie richtiger Elasticitätszeiger (Elaterometer). Hieher gehört Mairans Barometre tronqué, aus einem kleinen, unter den Recipienten zu stellenden Heber-

oder Gefäfsbarometer bestehend, in welchem bei grossen Verdünnungen das Quecksilber bis auf 6‴, 5‴ herabfällt, und welches nur zur Messung starker Verdünnungen benutzt werden kann. Die andere Art wurde von Hawksbee zuerst angewendet und besteht aus einem ausserhalb der Pumpe befindlichen über 35″ langen Gefäfsbarometer, welches mit dem oberen Ende seiner Röhre mit dem Recipienten in nur für beide offne Verbindung gesetzt werden kann. Bei fortgesetzten Pumpenzügen steigt das Quecksilber endlich bis auf 26″ bis 27″, . . . jedoch ohne die ganze Höhe des Quecksilberstandes im gewöhnlichen Barometer zu erreichen. Je länger die Röhre über 27″ ist, um so mehr wird das Uebersteigen des Quecksilbers in die Pumpe verhindert. Eine dritte Barometerprobe ist die Smeatonsche; sie besteht aus einem Heberbarometer, auf vorhin bemerkte Weise mit der Pumpe verbunden, dessen kürzerer Schenkel länger wie gewöhnlich und entweder zugeschmolzen oder sehr lang (für vierfache Verdichtung schon 84″) ist. b) Die Birnprobe (engl. Peargage) von Smeaton erfunden und zuerst angewendet. Sie besteht aus einer kurzen cylindrischen, calibrirten, oben zugeschmolzenen, mit Quecksilber gefüllten Glasröhre (deren Durchmesser nicht über 0,5‴ betragen darf), die nach unten birnförmig erweitert, mit ihrem unteren offenen Ende über ein Glas mit Quecksilber schwebt, und mit einer Scale versehen ist. Nachdem die Verdünnung durch Auspumpen eine Zeit hindurch fortgesetzt, mithin auch die Luft in der Röhre ebenmässig verdünnt worden, drückt man die Birn in das Gefäfs mit dem ausgekochten reinen Quecksilber (mittelst einer im Recipienten angebrachten Vorrichtung) und

läſst jetzt allmählig die äussere Luft in den Recipienten treten. Diese wird die etwa vorhandenen Dünste niederschlagen und das Quecksilber in die Röhre so weit hinauf treiben, bis die oben in der Röhre übrig bleibende Luft, der äusseren an Dichtigkeit gleich kommt; und dadurch die Möglichkeit gewähren: zu messen, wie viel z. B. Tausendtheile derjenigen Luft in der Birnprobe sind, welche sich vor dem Versuche in grösserer Menge darin befand. Vergl. Schmidt: über die Mittel die Trüglichkeit der Birnprobe zu vermeiden, in Grens neuem Journ. d. Phys. III. 2. S. 150.

8) Um Verdichtungen der Luft zu messen, kann theils eine sehr lange Torricellische Röhre, theils der von Cuthberson (Gilberts Annal. XXX. Bd. 3. S. 285) angegebene Verdichtungsmesser dienen, d. i. eine gebogene doppelt heberförmige Röhre, deren kürzerer Schenkel nochmals umgebogen senkrecht in die Höhe steigt, in welchem Quecksilber die Luft sperrt, und dessen Scale angiebt, wie viel mal die Luft im Inneren des Recipienten verdichtet ist. Leslie (a. a. O. S. 260) hat neuerlichst ein eigenthümliches noch näher zu prüfendes Verfahren angegeben, die Dichtigkeiten oder specifischen Gewichte elastischer Flüssigkeiten zu bestimmen; welches vielleicht auch bei geringen Verdichtungen der Luft mittelst der Pumpe, anzuwenden wäre. Eine Blase voll Gas, stehe vermittelst einer Röhre und eines Hahns von sehr feiner Durchbohrung mit einer Glocke voll Wasser in Verbindung, die sich auf einer sehr weiten pneumatischen Wanne befinde. Oeffnet man den Hahn, so strömt das Gas aus der Blase in den Recipienten; man bemerkt für jedes Gas die Zeit, welche erfor-

dert wird, bis das Wasser in der Glocke bis zu einem gegebenen Puncte herabgesunken ist. Die specifischen Gewichte der verschiedenen Gase, werden sich verhalten wie die Quadrate der dazu nöthigen Zeiten. — Mit diesen Methoden vergl. man §. 78. N. 10 etc.

9) Mit der Luftpumpe anzustellende Versuche.

I. Zur Erläuterung früherer Untersuchungen: a) zur Lehre von der Porosität und von den umschwebenden Atmosphären der Körper (vergl. §. 24. N. 68. N. 2. b. §. 71. N. 5. §. 72. N. 2: Holz welches durch angehängtes Blei im Wasser zum Sinken gebracht ist, Metalle, Steine, Eier u. s. w. unter Wasser, entwickeln in der Guerikeschen Leere eine Menge von Luftblasen; Wasser oder Quecksilber werden durch den äussern Luftdruck durch nicht zu dickes Holz getrieben, wenn dieses einen Recipienten schliesst, dessen Luftgehalt gehörig verdünnt wurde. b) zu §. 32. N. 2.: in tropfbaren Flüssigkeiten gelöste oder mit weichen Massen verbundene Luftarten, entwickeln sich auch in der Leere in Gestalt zahlreicher kleiner Bläschen; vorzüglich zeigen dieses Milch, Bier, Seifenwasser, Champagner Wein, Sauerteig. c) zur Lehre von der oscillirenden Bewegung oder vom Schall (§. 46. N. 2.): der Klang einer Glocke die in der Guerikeschen Leere steht, wird nicht mehr gehört; der Schall eines Schlagwerks z. B. einer Repetiruhr verschwindet endlich fast ganz. d) zur Lehre vom Falle (§. 48. N. 3.) ein Goldstück und eine Pflaumfeder fallen in der Leere zugleich nieder. e) zur Lehre vom Pendel und

vom Luftwiderstande (überhaupt, vergl. §. 59. u. N. 15.): ein Pendel schwingt in der Leere gleichmässiger und länger.

II. Zur Erläuterung bisheriger Untersuchungen dieses II. Cap.: a) zu §. 71. N. 3 u. §. 72. N. 3.: die Abtröpflung erfolgt schneller in der Leere als in der gewöhnlichen Luft und Tropfenbildung findet bei vielen veränderlich elastischen Flüssigkeiten in der Leere gar nicht statt; sondern es wird vielmehr darin (nur mässig erwärmtes) Wasser zum Sieden gebracht, dasselbe erfolgt bei Naptha und Weingeist. Kaltes Wasser wird unter gleichen Umständen in vollkommen durchsichtigen Dampf gewandelt; hinzugelassene äussere Luft schlägt den Dampf zu Dunst nieder und bringt ihn endlich zur Tropfengestalt zurück. b) von Luft entleertes Holz sinkt im Wasser unter. c) Fallen und Steigen des Quecksilbers in der Barometerhöhe, bei den Barometerproben und bei der Birnprobe, nach Massgabe der Luftverdünnung oder Zulassung der äusseren Luft. d) Befindet sich zwischen dem inneren mehr elastischen und dem ässeren minder elastischen Flüssigem: ein liquider Körper z. B. Wasser, so wird er herausgetrieben; hieher gehören der Heronsball (Pila Heronis, nach Heron von Alexandrien benannt) der auch unter dem Recipienten der Luftpumpe springt, der Heronsbrunnen (Fons Heron.), die magische Tonne; über eine Anwendung dieser Einrichtung bei Grubenbergwerken, dargestellt in der Höllschen Maschine in Amalienschacht zu Schemnitz zur Förderung der Grubenwasser, vergl. Nic. Poda: Beschreibung der bei dem Bergbau zu Schemnitz in Niederungarn errichteten Maschinen.

Prag 1771. 8. e) ist im vorigen Falle statt des Liquiden ein fester Körper gegeben, so wird er herausgeworfen: der genau passende aber kurze Stöpsel eines weiten Metall (oder starken Glas-) Cylinders, wird unter dem Recipienten gestellt, bei gehöriger Verdünnung der umgebenden Luft, herausgetrieben; dasselbe erfolgt, wenn die innere Luft des Cylinders stark comprimirt war, in der gewöhnlichen atmosphärischen Luft, hieher gehört die Windbüchse. f) eine dünne über einen Metallcylinder gespannte Kalbs- oder Schweinsblase, wird durch den äusseren Luftdruck mit starken Knall zersprengt (aufliegendes Wasser wird durchgetrieben); eben so wird eine Glasplatte zersprengt. g) der Recipient steht nach vorgenommener Auspumpung unbeweglich fest. h) zwei magdeburgische Halbkugeln von Messing von etwa 3—4 Zoll Durchmesser von Luft entleert hängen stark zusammen. i) eine schlaffe, fest gebundene Blase, die noch etwas atmosphärische Luft enthällt, schwellt auf, in dem Maas wie umher (unter dem Recipienten) die Luft verdünnt wird. k) Cartesianischen Täucherchen, welche an freier Luft im Wasser sinken, schwimmen bei verdünnter Luft. l) aus einem im Wasser stehenden Gefässe mit enger Mündung, tritt die Luft beim Auspumpen hervor, und die äussere hinzugelassene Luft, drückt darauf das Wasser in das Gefäſs hinein.

III. Zur Erläuterung noch folgender Untersuchungen. a) Ein mit Quecksilber gefüllter Heber, dessen höchster Punct höchstens 2 Zoll über dem Quecksilberspiegel steht, hört auf zu laufen, wenn die Luft so weit verdünnt ist, daſs sie keine Quecksilbersäule

von dieser Höhe mehr tragen kann. b) bei der Umwandelung des Wassers in Dampf (vergl. B, a oben) erzeugt sich Kälte, und bei der Niederschlagung des Dampfes Wärme, wie dieses ein empfindliches Luftthermometer nachweiset. Es sind diese Thermometerveränderungen den Veränderungen der Dichtigkeit der Luft proportianal; wird ein vollkommen luftleerer Raum (z. B. die Torricellische Leere) plötzlich vergrössert oder verkleinert, so erfolgt nach Gay-Lussac (vergl. Gilbert a. a. O. XXX. 3. S. 259) gar keine Temperaturveränderung. Nach demselben Beobachter, entstehen unter ganz gleichen Umständen, durch Veränderung des Volums der Gase, desto grössere Temperaturveränderungen, je kleiner das specifische Gewicht des Gases ist. Sie sind geringer beim kohlensauren Gase als beim Sauerstoffgas; bei diesem geringer als in der atmosphärischen Luft, und am gröfsten beim Wasserstoffgase. Setzt man nach G. L. zwei rings umschlossene Räume, deren einer leer, der andere mit einem Gase gefüllt ist, mit einander in Verbindung so sind die Temperaturveränderungen, welche in beiden entstehen, der Grösse nach gleich (Vergl. a. a. O. S. 266). c) ein unter dem Recipientes befindliches Thermometer, nimmt nach de Luc (Neue Ideen über Metereologie Bd. I. S. 115) an der äusseren Veränderungen der Temperatur Antheil. Die Fortpflanzung der Wärme durch die Leere, haben auch die Beobachtungen eines Baumé, Pictet und Rumford bestätigt. d) der electrische Funke verbreitet sich in der G. Leere schneller und stärker, und erscheint gewöhnlich mit einem röthlichen

oder rothen Lichte. Hieher gehört auch das Leuchten des Quecksilbers in der TORRICELLIschen Leere. e) nach v. HUMBOLDT und RITTER isolirt der leere Raum die GALVANIsche Thätigkeit und nach DAVY (GILBERT a. a. O. VIII. 1. S. 6) hört darin alle Wirkung der GALV. Säule auf. f) eine brennende Kerze verlischt in der G. Leere; und g) warmblütige Thiere sterben schnell in der verdünnten Luft.

10) Zusammen gedrückte Luft widersteht endlich jeder andringenden Kraftäusserung, welche den Druck zu vergrössern strebt. Beispiele gewähren: wohlgeölte Stempel, die man in den am entgegengesetzten Ende verschlossenen Pumpenstiefel schiebt, der CARTESIANische Taucher, das Springen der Windbüchsen bei zu weit getriebener Einpumpung, die sogenannten Bällerbüchsen (ein Spielgeräth der Kinder vorzüglich im nord-östlichen Deutschland), die Wirkung des Knallpulvers, des eingeschlossenen oder in grossen Massen angehäuften Schiefspulvers, die Explosionen des Knallgolds, Knallquecksilbers, Knallsilbers, der oxydirt salzsauren Alcalin mit Inflammabilien, des salpersauren Silbers mit Phosphor und alle detonirenden Gemische; der Gebrauch der Handspritzen, die Feuerspritzen und der Nutzen des Windkessels, die gewöhnliche Compressionspumpe, der Heronsball mit verdichteter Luft etc. Auch die veränderlich elastischen Flüssigkeiten, widerstehn dem ferneren Drucke, wenn sie in einer gehörig hohen Temperatur erhalten werden, bis auf einen gewissen Grad; z. B. CHAPTALS Dampfbleiche, die Einrichtung der Dampfmaschine, die Einrichtung und Wirkung des PAPINIANischen Topfes (VAN MARUMS Verbesserung des-

selben, Knochenbouillon) etc.; die heissen Quellen auf Island (so wie vielleicht die meisten) scheinen hingegen zu zeigen, daſs bei unverhältniſsmässig grossem Drucke, auch der vollkommenste Wasserdampf tropfbar wird, woraus zum Theil die hohe Temperatur dieser Quellen abzuleiten ist.

11) Werden hingegen gasförmige Flüssigkeiten mit Körpern zusammengedrückt, zu welchen sie (durch den Druck) vermöge der innigeren Berührung und grösseren Massenanhäufung wachsende) chemische Anziehung besitzen, so wird die Luftform überwunden, und durch die eintretende Verbindung aufgehoben. Hieher gehören verschiedene Operationen der Alchemisten, sonst undurchdringliche und unauflösliche feste Körper mit dampfförmigen, in hermetisch versiegelten (zugeschmolzenen) Gefässen zu mischen; ferner: die Einrichtung und Wirkung der pneumatischen Feuerzeuge (vergl. Gilberts Annal. XVIII, 240 u. 407; ebendas. XXV, 118 u. XXX, 268 ff.); Biots Wassererzeugungsversuch durch Compression des Sauer- und Wasserstoffgases; Northmore's Versuche etc. (vergl. Gilbert a. a. O. S. 283 ff.). Oftmals ist auch die chemische Anziehung allein hinreichend die Luftform aufzuheben; dahin gehören alle Oxydationen in Sauerstoffreichen Luftarten, die merkwürdigen Verschluckungen der meisten elastischen Flüssigkeiten durch frisch ausgeklühte Holzkohle. Wärme (z. B. das Anschwellen der lufthaltigen fest zugebundene Blasen in der Nähe eines heissen Ofens) und Electricität erhöhen hingegen die Ausdehnung und Elasticität elastisch-flüssiger Materien. Hierüber in der Folge genauere Untersuchungen.

12) Das specifisch leichtere Gase oder Dämpfe in schwereren aufsteigen, und selbst Körper mit in die Höhe nehmen können, die für sich schwerer als das tragende Fluidum sind, wenn sie mit ihnen in dem Maase verbunden werden, daſs die mittlere Dichtigkeit beider vereint geringer ist, als die Dichtigkeit der tragenden Flüssigkeit, folgt schon aus §. 72. N. 1, 2, 5. §. 77. §. 78. N. 11. §. 80 u. 81. Hieher gehören ausser den schon in den cit. Stellen angeführten Erscheinungen, die Einrichtungen und das Steigen der Aerostaten, welche Luftballons heissen, wenn sie eine abgerundete Gestalt haben. Versuche hierüber mit einem kleinen Ballon; nähere Beschreibung ihrer Verfertigung und Zurichtung, Vorsichtigkeitsregeln beim Füllen, beim Aufsteigen, Sinken, willkührliche Bewegungen in höheren Regionen; über Roziers und d'Arlandes (den 21. Nov. 1783). Charles, Blanchards, Robertsons, Jungnitz's, Gay-Lusacs und des kühnen Zambeccari's, u. m. a. Luftreisen; über den Nutzen des von Blanchard 1787 erfundenen Fallschirms (§. 40. N. 4.) etc. mündlich.

13) Schon in C. Schotts Werken findet man Vorschläge zum Luftballon und zu der Kunst in der Luft zu schiffen (vergl. dessen Magia hydrostatica Lib. V.); ausserdem haben darüber Mendoza, Albertus Saxonius und der Pater Franz Lana (prodromo dell' arte maestra. Brescia 1670. Fol.), vor der Erfindung der Gebrüder Stephan und Joseph Montgolfier (Papierfabrikanten zu Annonoy in Vivarois) geschrieben. Lana schlug eine grosse dünnblechige kupferne Kugel zum Ballon vor, sein Vorschlag war unausführbar; die beiden Montgolfier stellten endlich 1782 im August den ersten Luftbal-

lon, eine sogenannte MONTGOLFIERE dar. Er hatte unten eine Oeffnung, unter welcher ein blechernes Kohlbecken mit brennendem Stroh, geöltem Papier etc. hieng, wodurch die Luft des Ballons erwärmt und hinreichend ausgedehnt wurde, um den ganzen Apparat in die Höhe zu schnellen. CHARLES zu Paris und die Gebrüder ROBERT füllten 1783 zuerst, vollkommen verschliefsbare Luftballons (von Taffent mit Firnifs aus elastischen Harz überzogen) mit brennbarer Luft (Wasserstoffgas). Das beste Wasserstoffgas zu diesen Füllungen, ist das aus dem (über glühendes Eisen geleiteten) Wasserdampfe gewonnene, und wirklich machte man vor 15 Jahren in Frankreich im Grossen von dieser Art des Wasserstoffgases zu obigem Zwecke Gebrauch. Das gewöhnlich angewendete, mittelst Eisen oder Zink und verdünnter Schwefel- oder Salzsäure entwickelte Wasserstoffgas, mufs vor dem Füllen gehörig von anhängenden sauren, den Ballon zerfressenden Theilen durch Waschen befreiet werden; und die Füllung darf bei vorzunehmenden Luftreisen nie vollkommen statt finden, sondern es mufs vielmehr der noch etwas schlaffe Ballon eine beträchtliche Höhe zu steigen im Stande seyn, damit in den sehr dünnen Luftschichten der höheren Regionen der Ballon nicht zerreisse; in dem bei vermindertem Luftdruck, das innere Gas sich mit dem äusseren Luftdrucke ins Gleichgewicht zu stellen strebt. Vergl. TIB. CAVALLO: Geschichte der Aerostatik. Aus d. Engl. übers. Leipz. 1786.

§. 86.

XIV. Vers. Eine an beiden Enden offene, von der Art wie im IX. Vers. §. 76 angewendete

gebogene gläserne Röhre, werde mit Wasser gefüllt, mit den Fingern an beiden Mündungen verschlossen und so mit dem kürzeren Schenkel in eine Schaale mit Wasser gebracht; entfernt man jetzt die Finger, so wird das Wasser so lange in den kürzeren Schenkel hinaufsteigen und aus dem längeren herausfliessen, als noch die Mündung des ersteren Schenkels in das Wasser der Schaale taucht. Man nennt eine solche Vorrichtung einen Heber (Sypho), und statt die Röhre durch Eingiessen zu füllen, kann man ihn durch Saugen zum Fliessen bringen, nämlich wenn man den kürzeren Schenkel der leeren (lufthaltigen) Röhre ins Wasser taucht, und nun an der Mündung des längeren Schenkels die Luft der Röhre einsaugt. Der auf die Wasserfläche der Schaale wirkende Luftdruck, wird das Wasser in die Röhre treiben, und da hier wie zuvor die Luft auf einerlei tropfbare Flüssigkeit ungleich drückt, indem die grössere Flüssigkeitssäule des längeren Schenkels den bei ihrer Mündung gegen sie gerichteten Luftdruck leichter aufhebt, als die kleinere Flüssigkeitssäule des kürzeren eingetauchten Schenkels (deren Höhe nur von dem Wasserspiegel an zu rechnen ist); so wird die tropfbare Flüssigkeit nach dem längeren Schenkel, als nach derjenigen Gegend hin fliessen, wo sie geringeren Luftdruck erleidet.

1) Ist der kürzere Schenkel dieses gemeinen Hebers mit einer specifisch-schwereren Flüssigkeit, der längere mit einer specifisch leichteren gefüllt, und ist das Verhältniſs des specifischen Gewichts der ersteren Flüssigkeit zu der lezteren grösser, als das Verhältniſs der senkrechten Höhe von dem längeren zu der des kürzeren Schenkels: so wird, wenn beide Mündungen geöffnet werden, der Ausfluſs nicht aus dem längeren sondern aus dem kürzeren Schenkel Statt finden. Gieſst man in obigem Versuch statt des Wassers Quecksilber, also eine specifisch schwerere Flüssigkeit in die Schaale, während der mit Wasser gefüllte Heber mit seinen kürzeren Schenkel eintaucht, so wird das Wasser aus dem längeren Schenkel zu fliessen aufhören, sobald der senkrechte Druck der in dem kürzeren Schenkel hinaufgestiegenen Quecksilberwassersäule zusammen, dem Drucke der leichteren Wassersäule des längeren Schenkels gleich ist. Eben so hört auch der Heber zu fliessen auf, wenn beide Schenkel, vom Wasserspiegel des eintauchenden gerechnet, gleich lang sind; oder wenn sich der kürzere Schenkel ausserhalb der Schaale befindet; oder endlich wenn der eintauchende kürzere Schenkel länger ist, als die Höhe, bei welcher die durch den Heber zum Fliessen zu bringende Flüssigkeit in der Toricellischen Röhre durch den Luftdruck erhalten werden könnte.

2) Sind beide Schenkel des Hebers gleich lang, und taucht der eine in das Wasser der Schaale, so wird dieser Schenkel dadurch respective um so viel verkürzt, als er tief eintaucht, und der Heber flieſst auf gewöhnliche Weise. Man nennt einen solchen Heber, den Wirtembergischen; weil ein Bürger

zu Stuttgard, Joh. Jordan an ihm zuerst bemerkte, daſs er Wasser aus einem Gefässe ins andere hin und wieder leiten könne, je nachdem der eine Wasserspiegel höher als der andere liegt. Vergl. Salomon Reisel Sipho Wirtembergicus per majora experimenta firmatus. Stuttgard. 1690. 4. Auch brauchen die Schenkel gerade nicht rechtwinklig gebogen zu seyn, sondern es kann vielmehr das horizontal laufende Rohr zwischen beiden Schenkeln ganz wegfallen, und beide können divergirend auseinander gehen und so einen stumpfen Winkel einschliessen. — Ist bei dem Wirtembergischen Heber die Einrichtung getroffen, daſs mehrere Schenkel einen mittleren umgeben, mit dem sie alle Gemeinschaft haben, so nennt man dieses die fraterna caritas; und ist bei irgend einem fliessenden Heber, die Mündung des ausfliessenden Schenkels aufwärts gebogen, so entsteht ein hydrostatischer Springbrunnen.

3) Hieher gehören noch: die Wirkung einiger natürlichen Brunnen und Landseen, die sich von Wasser entleeren, wenn es darin bis zu einer gewissen Höhe gestiegen ist. Vergl. Muschenbroek a. a. O. T. II. §. 2100; die Einrichtung und Wirkung von Sieglings pharmaceutischen Heber; vergl. Trommsdorffs Journ. der Pharmacie. VI. I. 3, des künstlichen Tantalus, Vexierbechers, des Diabetes und des Kircherschen Hebers, vergl. Muscenbrek a. a. O. und Wolffs nützliche Vers. Th. III. S. 576 §. 126. — Porta's Vorschlag, durch Heber das Wasser über Berge zu führen (Pneumaticor. III. c. 1.), wozu sich der Stoſsheber besser qualificirt. Die Einrichtung des van Marumschen Gasometers, vergl. Grens Journal d. Phys.

V. 154 etc.; die Wirkung des unterbrochenen Hebers, KIRCHERS Brunnen etc. vergl. oben.

E) Vom Verhältniſs flüssiger und fester Körper im Zustande der Bewegung mit einander verbunden; oder von der Hydrodynamik.

§. 87.

Jeder feste Körper der sich in einem flüssigen bewegt, und jeder tropfbare der sich in einem elastischflüssigen Medio fortbewegt, muſs a) den Zusammenhang der Theile des Mediums trennen, b) dieselben zur Seite schieben, c) die Reibung überwinden, und d) ihnen dadurch eine grosse Geschwindigkeit ertheilen; wodurch seine Bewegung geschwächt und endlich ganz aufgehoben wird, wenn er nicht von aussen her immer neuen Zusatz von Bewegungskraft erhält. Vergl. §. 59 ff. Je stärker daher jener Zusammenhang, je grösser die Dichtigkeit des Mediums, je häufiger die Reibung, und je ausgedehnter die Flächengestalt des fortbewegten Körpers ist, um so grösser wird die Gegenwirkung des Mediums seyn, und um so eher wird der Körper zur Ruhe kommen. Ferner in dem Maase wie die ertheilte Geschwindigkeit des bewegten Körpers zunimmt, wächst auch der Widerstand von Seiten des Mediums; indem in derselben Zeit eine grössere Menge von Massentheilen aus dem Wege geräumt und ihnen dabei eine grössere Geschwindigkeit ertheilt wird. Der Widerstand nimmt da-

her im Verhältniſs des Quadrates der Geschwindigkeit zu.

1) Ein Pendel, welches mit der breiten Seite der Linse gegen die Luft schwingt, kommt eher zur Ruhe, als wenn es mit dem scharfen Theil der Linse die Luft durchschneidet. Es schwingt längere Zeit in der Guerikeschen Leere (vergl. oben) als in der gewöhnlichen Luft, und in dieser länger als im Weingeist, und in diesem längere Zeit als im Wasser etc. Schnellseegelnde Schiffe haben eine vorn mehr zugeschärfte Gestalt; der vorwärts gestreckte mit dem Schnabel sich endende Kopf der Vögel, erleichtert ihren Flug; die Lage der Fische im Wasser ihr Fortschwimmen; der Nutzen der Fallschirme etc.

2) Auch der specifisch schwere Körper kann im Wasser, in der Luft etc. schwimmen (natare, nager) wenn er durch Geschwindigkeit im gleichmässigen Schlagen gegen die Wasser- oder Luftsäulen, den Widerstand derselben gehörig erhöht. So schwimmen die Vögel in der Luft, dadurch, daſs sie mit ihren Flügeln die Luftsäulen schneller schlagen als diese auszuweichen im Stande sind. (Ueber den Widerstand, welchen die Flügel der Vögel in der Luft bilden, von J. J. Prechtl in Gilberts Annal. XXX. 3. S. 302 ff.) Nutzen der Schwanzfedern der Vögel, des Steuerruders der Schiffe etc. Daſs die vierfüssigen Thiere leichter schwimmen als der Mensch, hat hauptsächlilch in der Stellung ihres Kopfes und dem Ligamento nuchae seinen Grund, indem sie nicht gezwungen sind, einen Theil ihrer Muskelkraft darauf zu verwenden; den Kopf aus dem Wasser hervorragen zu machen (Vergl. Bazin in Hamburg. Magaz. I. S. 327).

3) Ueber die Versuche der Menschen sich durch Flügel oder Flugmaschinen in der Luft zu erheben, und über Degens Flugmaschine (vergl. Gilberts Annal. XXX. 3. S. 320 ff. u. 327 ff.) mündlich.

§. 88.

Bewegt sich eine Flüssigkeit gegen einen ruhenden festen Körper, oder eine elastische Flüssigkeit gegen einen tropfbaren Körper, so wird die Wirkung des Stosses wie in den vorhin berührten Fällen, theils von der Dichtigkert, theils von der Grösse der gestossenen Fläche und von der Geschwindigkeit, theils von der Richtung abhängen. Sind beide Körper in Bewegung, so wird die Stärke der Bewegnng im Ganzen genommen, zwar grösser seyn, aber die Art derselben wird vorzüglich von der Gleichartigkeit oder Verschiedenheit ihrer Bewegungsrichtungen bestimmt werden.

1) Rücksichtlich des ersteren Falls gehören hieher die Wirkungen der Ströme, Winde, des Schwellwassers; die Einrichtungen der Seegel, der Wind- und Wassermühlen. Rücksichtlich des zweiten Falls, das Seegeln mit und gegen den Strom, mit und gegen den Wind, das Laviren; das Ziehen der Wolken etc.

2) Merkwürdig ist es übrigens, das feste rauhe Körper z. B. Feilen, gegen weiche bewegt nach und nach noch glatter (stumpfer) werden, während sie gegen harte Körper (durch stets erneuerte Risse) rauh (scharf) bleiben.

III. CAPITEL.

VON DER ANHAFTUNG UND ZUSAMMENHALTUNG DER KÖRPER.

A) *Von der Anhaftung oder Adhäsion im Allgemeinen.*

§. 89.

XV. Versuch. Zwei spitzige feste Körper (zugespitzte Glasstäbchen) tauche man in eine Schale mit Wasser, oder mit Weingeist, oder mit Oel, ziehe sie senkrecht heraus, und lasse sie solange ablaufen bis noch an jeden Stäbchen ein Tropfen der Flüssigkeit hängt. Man nähere jetzt beide Tropfen bis auf ohngefähr ein Viertel einer Linie: sie werden eine ovale Form annehmen und in demselben Maase wie sich diese Form ausbildet, von selbst einander nähern, bis sie endlich sich berühren und dann der Cohäsion (§. 71. N. 3.) folgend zu einem grösseren Tropfen zusammenfliessen. Dasselbe wird erfolgen, wenn man zwei Oeltropfen auf einer (Glas-)

Platte in fast unmittelbare Berührung setzt: sie werden mehr Zeit als zwei Wassertropfen (unter übrigens gleichen Umständen) und noch mehr als zwei Quecksilberkügelchen gebrauchen, um zusammen zu fliessen.

1) Aendert man diesen Versuch dahin ab, dafs man erwärmtes und kaltes Wasser, jedes für sich rücksichtlich seiner Tropfenanziehung prüft, so findet man, dafs die Anziehung im ersten Fall schwächer als im lezteren Statt findet. Daher bildet auch heisses Wasser mehr Tropfen als kaltes, und nach DE LUC (a. a. O.) und LAPLACE ist dieser Anziehungsunterschied ziemlich beträchtlich. Es gehören hieher mehrere alltägliche Erscheinungen, z. B. bespritzt man beim Stubenkehren den Fufsboden mit heissem Wasser, so verbreitet sich das Wasser weiter und fällt an mehreren Stellen auf, als wenn man kaltes Wasser gewählt hätte; je kälter die obere Atmosphäre ist, je grösser fallen bei Schlossen, Regen etc. die Tropfen aus; regnet es in heissen Sommertagen, so fängt es zuerst mit Staubregen und kleinen Tropfen an, und geht dann erst, nachdem durch Wasserverdünstung die Luft abgekühlt ist, in grössere Tropfen über, vorausgesetzt wenn nicht anderweitige Wasserbildungsprocesse der Atmosphare hinzukommen, welche die Tropfenbildung unverhältnifsmässig erhöhen; im Sommer hat der Tropfen ein geringeres Gewicht wie im Winter etc. Licht und Electricität scheinen nur in sofern sie wärmen die Tropfenbildung zu modificiren.

2) Die ovale Form der in Anziehung tretenden Tropfen, erinnert an das Phänomen der (Wasser-

und Luft-) Flut, bei Annäherung des Mondes und der Sonne, vergl. §. 62. Könnte ein fester Faden zum Monde hinauf gezogen werden, und es träte die Zeit der grösseren Erdschwerwirkung gegen ihn ein, wo sein Gewicht grösser als der Zusammenhalt der Theile des Fadens wäre, so würde der Faden in Tropfen zertheiit zur Erde fallen.

3) Ueber die Phänomene der Adhäsion vergl. man §. 52, 40. N. 4, 71. N. 1, 76. u. ff. Adhäsion geht der Zusammenhaltung oder Cohärenz gewöhnlich voran, aber nicht umgekehrt.

4) Unter übrigens gleichen Umständen, verhält sich die Adhäsion wie alle Anziehung in meſsbaren Fernen umgekehrt, als das Quadrat der Entfernungen (Vergl. §. 47. 48. ff.).

5) Der Umstand, daſs die Tropfen an dem Stäbchen hängen, zeigt von der Adhäsion des Tropfbaren gegen die feste Masse des Stäbchens; die Folge des Versuchs lehrt aber auch zugleich, daſs diese Adhäsion schwächer als die der Tropfen unter sich ist; weil sonst beide Tropfen nicht zur Ineinanderfliessung, und auf der Platte nicht zum Aneinanderfliessen gekommen seyn würden. Beispiele der Adhäsion des Tropfbaren gegen das Feste gewähren eine fast zahllose Menge von Fällen; dahin gehören: das Einsaugen der Feuchtigkeiten durch Flieſspapier; das Naſswerden; das Herabfliessen des Wassers, Oels und Weingeists an den äusseren Gefäſswänden (§. 71. N. 1.); das Zerfliessen des Quecksilbers auf Gold, Silber und Zinn, während es z. B. auf Eisen mehr oder weniger kugelförmig bleibt; das Aufheben einer auf dem Wasser, Oel oder Weingeistspiegel liegenden Platte, welches nach Maasgabe der Grösse der

Berührungsflächen und der Glätte mehr oder weniger Kraftaufwand erfordert; das Hängenbleiben des Quecksilbers im Florbeutel; das Anhaften zweier (sehr glatten) Glas- oder Metallplatten, vorzüglich wenn sie mit etwas Fett bestrichen sind (die gewöhnlichen Adhäsionsplatten; Vera's Seilmaschine, vergl. Licltenbergs Magaz. f. d. N. in d. Phys. I. 3. S. 95 etc. Gieſst man Wasser, Weingeist oder Oel in ein Glas oder in ein hölzernes Gefaſs, so steht es nach dem Gefäſsrande zu höher als in der Mitte, und es erhält nur dann erst eine convexe Oberfläche, einem grossen halbzerflossenen Tropfen ähnlich, wenn man das Gefäſs überfüllt. Gieſst man hingegen Quecksilber ins Glas, oder beobachtet man geschmolzene Metalle in erdenen Schmelztiegeln, so findet man, daſs stets convexe Oberflächen gebildet werden; dagegen erscheinen diese Substanzen in metallenen Gefässen, z. B. Quecksilber in zinnernen mit mehr oder weniger concaver Oberfläche. Offenbar ist von diesen Verschiedenheiten der Form der Oberfläche, in Adhäsion der inneren Gefäſswände die nächste Ursache; schwere Flüssigkeiten ohne Adhäsion und Cohäsion, würden horizontale Oberflächen bilden. Werden die Gefäſswände entfernt, z. B. bei dem überstehenden Theil des Wassers im überfüllten Gefässe, so folgt jedes Liquide der Cohäsion ungeschwächt und bildet Tropfen (Nutzen der Ausguſsrinne). Zugleich zeigen diese Versuche, daſs die Adhäsion unter den verschiedenen Stoffen verschieden ist. Sie ist stärker zwischen Holz, Glas, Erde und erdähnliche Materien und Wasser, als zwischen diesen Körpern und Quecksilber; und stärker zwischen Quecksilber und anderen Metallen (wo sie bei zunehmender Stärke in

Amalgamation übergeht) als zwischen Wasser und Metallen. Quecksilber, etwas Oel und Wasser zusammengeschüttelt, bilden eine Zeit hindurch gesondert bleibende Kügelchen, deren Hülle aus fettigem Quecksilber besteht. Wasser bildet auf mit Fett bestrichenen Platten kleine Kugeln; Wassertrofpen und Oeltropfen nähern sich wenig oder gar nicht, und fliessen nicht zusammen; hingegen geschieht dieses leicht zwischen Wasser und Weingeist, zwischen fettem und ätherischen Oele, zwischen ätherischem Oele und Weingeist etc. Zwei auf Wasser schwimmende Korkkügelchen bilden um sich herum Wasserberge, nähern sich mit diesen, und bleiben bei einander. Befestigt man eine Metallplatte deren untere Seite möglichst abgeglättet ist, mittelst eines Fadens (der an einen in der Mitte auf der oberen Seite befindlichen Hacken befestigt wird) an den einen Arm einer genauen Waage, bringt sie durch Gewichte, womit man die Schaale des anderen Arms beschwert ins Gleichgewicht, und nähert sie jetzt verschiedenen tropfbaren Flüssigkeiten, so wird sie mit verschiedener Stärke angezogen und durch Gewichte von verschiedener Grösse abgehoben werden müssen. GUITON MORVEAU brachte auf ähnliche Weise runde Platten von gleicher Grösse und Gestalt, die einen Zoll im Durchmesser hatten, auf Quecksilber. Es blieb daran hängen:

das Gold mit einer Kraft von	446	Gran
Silber - - - -	429	—
Zinn - - - -	418	—
Blei - - - -	317	—
Wismuth - - -	372	—
Zink - - - -	204	—
Kupfer - - - -	140	—

das Spiefsglanz mit einer Kraft von		126 Gran
Eisen	- - - -	115 —
Kobald	- - - -	8 —

vergl. dessen, MARETS und DURARDE's Anfangsgr. der theoret. u. pract. Chemie, a. d. Franz. von CHR. EHRF. WEIGEL Th. I. Leipz. 1779. 8. S. 49 u. Observat. de Physique de Mr. l'Abbé ROZIER. T. I. S. 172 u. 460. Aehnliche Versuche stellte HERMBSTÄDT und früher ACHARD (chym. phys. Schriften S. 354 u. ff.) an. Es mufs indefs bei diesen und ähnlichen Versuchen vorzüglich auf die Gleichheit der Temperaturen Rücksicht genommen werden.

6) Schon die verschiedene Stärke der Anhaftung zeigt, dafs nicht der Luftdruck bei diesen und ähnlichen Versuchen, die Anhaftung und das ihr vorangehende Angezogenwerden bewirke; noch deutlicher wird diese Meinung dadurch widerlegt, dafs die Adhäsion in der GUERIKEschen Leere in vielen Fällen stärker ist, und dafs namentlich das Quecksilber in der TORRICELLischen Leere dem Glase mehr adhärirt, als an der freien Luft. Vergl. §. 82.

7) In dem Maase wie die Rauhigkeit der Oberflächen zunimmt, vermindert sich die Adhäsion. Bestäubt man Wasserkugeln (auf Fett liegend) mit Bärlappsaamen (Sem. Lycopodii) so fliessen sie nicht in einander. Schüttet man auf die Oberfläche eines in einem Gefässe gehaltenen Wasserquantums Bärlappsaamen, etwa einige Linien hoch, so kann man mit dem einzutauchenden Finger den Gefäfsboden berühren, ohne den Finger zu nässen; zugleich zeigt dieses von der stärkeren Adhäsion des Bärlappsaamens zur Oberhaut des Fingers als zum Wasser. In einem

mit Bärlappsamen ausgestäubten Gefässe, steht das Wasser mit convexer Oberfläche.

8) Saugen feste Körper durch fortgesetzte Adhäsion tropfbare Flüssigkeiten ein, d. h. bringen sie dieselbe nach und nach mit ihren Aggregativtheilchen in Berührung, so wird ihr Umfang dadurch vergrössert; dahin gehören das Quellen des Holzes, (Zersprengung der Steine) der Erbsen (Zersprengen der Schädel) etc. Beim Einsaugen vertheilt sich nach und nach die Flüssigkeit über alle Oberflächen mehr oder weniger frei liegender Aggregativtheile; dahin gehört das Aufsteigen des Wassers in Zucker, Schwamm, Leinwand, Löschpapier etc.; die Möglichkeit des Durchseihens, Filtrirens etc.; das Abtrocknen mit Tüchern, Druckpapier u. s. f.

9) Werden die zwischen zwei festen Körpern liegenden Flüssigkeitsschichten, nach einiger Zeit fest, so wächst die Zusammenhaltung der zuvor adhärirten Substanzen, und ist dann zusammengesetzt aus der Cohärenz des Festgewordenen (für sich), und aus der Adhäsion desselben gegen beide berührende Oberflächen der zuvor schon festen Körper. Nach dem wirklichen Austrocknen und Erstarren ist indeſs nur von Cohärenz, d. i. Beharrung in der Einheit der Masse die Rede. Hieher gehören: die Kütte, das Zusammenleimen, das Löthen, das Vergolden mittelst Goldamalgam, das Versilbern mittelst Silberamalgam, das Verzinnen, das Verzinken, das Zusammenkleben, der Mörtel etc.

10) Auch feinzertheilte feste Körper haften grösseren sowohl liquiden als festen Massen mit einer Energie an, die derjenigen tropfbarflüssiger Substanzen nahe kommt. Dahin gehört das Anhängen des Staubes.

11) Elastische Flüssigkeiten adhäriren festen und liquiden Stoffen in verschiedenen Graden der Stärke; hieher verdienen die Atmosphären und die luftartigen Ausfüllungsmassen poröser Körper gezählt zu werden; vergl. §. 85. N. 9.

12) Oftmals ist diese Anziehung so stark, daſs mehr oder weniger elastische Flüssigkeiten zur liquiden Zustandsform zurückgebracht werden, und dann als tropfbare Massen adhäriren. Besonders zeigt sich dieses bei dem Dunst- Dampf- oder luftförmigen Wasser, und man nennt diejenigen Körper, welche das Wasser auf diese Weise anziehen: hygroscopische Körper, und wenn sie bei bestimmten Beobachtungen benutzt werden, um die Menge des anziehbaren Wassers in der freien Luft oder in einem bestimmten Raume auszumitteln: Hygrometer.

B) *Von der hygroscopischen Beschaffenheit der Körper.*

§. 90.

XVI. Vers. Eine Glasschaale die vier Unzen Wasser fassen kann, fülle man zur Hälfte mit concentrirter farbenlose Schwefelsäure (nicht rauchenden Vitriolöle), bringe sie auf einer genauen Waage ins Gleichgewicht, und lasse sie in dieser Lage eine Stunde (noch besser bis zum nächstfolgenden Tage) stehen — statt der Schwefelsäure kann auch trockner neutraler salzsaurer Kalk oder ätzendes Kali gewählt werden; — die Schaale mit der Säure wird nach und nach tiefer ehrabsinken, und ein merkliches Gegengewicht

erfordern, um durch die andere Schaale wieder ins Gleichgewicht gebracht zu werden. Das was man hier als neues Gegengewicht hinzu legen muſs, um das aufgehobene Gleichgewicht wieder herzustellen, ist dem Gewichte des von der Schwefelsäure angezogenen Wassers gleich. Hatte man salzsauren Kalk oder Aetzkali angewendet, so wird man durch mässige Erhitzung das angezogene Wasser wieder verflüchtigen können. Bei der Schwefelsäure hält dieses schwerer, weil ihre Anziehung zum Wasser bei steigender Wärme wächst.

1) Die hygroscopische Wirkung der Schwefelsäure gehört mit zu den stärksten der Art, und ist, wie dieses chemische Versuche erwiesen haben, schon durch wirklich chemirche Anziehung erhöhet; so wie überhaupt die hygroscopischen Wirkungen der genannten und mehrerer ähnlicher Stoffe, den Uebergang zur chemischen Anziehung machen, und dieses dadurch bewähren, daſs der Erfolg jener Anziehung Lösung ist; die überhaupt (auch in vielen Fällen des vorigen §.) die Brücke zwischen Adhäsionsstreben und chemischer Mischung bildet. Vergl. §. 32. N. 2. Das positive Streben der Schwefelsäure sich mit Wasser zu verbinden, geht öfters so weit, daſs es Substanzen, die noch gar kein Wasser sondern nur Sauer- und Wasserstoff in anderweitiger Verbindung enthalten, nöthigt, durch eigene Zerstörung Wasser zu erzeugen. Noch stärker wirkt hierin das salzsaure Gas; vergl. Kastners Grundriſs d. Chemie. I. Bd. S. 169 ff. §. 23.

2) Hygrometer von obiger Art, aus Säuren, zerfliefslichen Alkalien und Salzen bestehend, gehören zu den ältesten. Lampadius (Atmosphärologie S. 111) hat sie neuerlichst wieder als die vorzüglichsten empfohlen; sie haben indefs gegen sich die Unbequemlichkeit ihres Gebrauchs, die öfters (z. B. auf hohen Bergen) zur Unmöglichkeit wird; die Schwierigkeit genau anzugeben, ob sie blosses Wasser oder auch zugleich andere Stoffe angezogen haben, so z B. ziehen die Aetzalcalien Kohlensäure eben so begierig an als das Wasser, und selbst der hierin sonst für ganz unverdächtig gehaltene neutrale salzsaure Kalk ist es streng genommen nicht; und endlich dafs bei mehreren Anziehungen der Art, nicht blofs das vorhandene schon Fertige, sondern auch das noch zu Bildende angezogen wird, vergl. oben.

3) Auch gehöret hieher das sogenannte chemische Wetterglas: aus einem Gemenge von drei Drachmen Kampfer und Salmiak und Salpeter von jedem eine halbe Drachme, die zerrieben in ein mit durchlöcherter Blase zu verschliessendes Cylinderglas mit Branntwein begossen werden, bestehend. Bei trocknem Wetter fällt alles zu Boden; bei feuchter stürmischer Witterung erheben sich bis zur Decke des Glases die mannichfaltigsten, den gefrornen Fensterscheiben ähnlichen Krystallisationen. Ausser der Feuchtigkeit hat auch die Wärme beträchtlichen Einflufs darauf.

§. 91.

XVII. Vers. Eine trockne Glastafel werde an den kürzeren Arm eines doppelarmigen Hebels (einer Art von Schnellwaage) so aufgehängt, dafs

die beiden Arme des Hebels genau in einer horizontalen Ebene liegen; man stelle hierauf in der Nähe der Vorrichtung einige Schaalen mit mässig warmen Wasser, und beobachte die Lage der Glastafel nach Verlauf von ohngefähr einer halben Stunde: sie wird beträchtlich gesunken und der längere Arm verhältnifsmässig höher gestiegen seyn. Hat man dabei am äussersten Ende des längeren Arms eine unbewegliche bogenförmige Scale angebracht, deren o Punct in der horizontalen Richtung der im Gleichgewichte schwebenden Arme gezeichnet ist; so kann man über und unter dem Null die Scale in gleichgrosse Grade theilen, von denen dann die unteren die Grade der Trocknifs, und die oberen die der angezogenen Feuchtigkeit anzeigen. In dem Maase wie der längere Arm steigt, ist die Glastafel durch angezogene Feuchtigkeit mehr feucht und schwerer, und in dem Maase wie er unter der horizontalen Richtung herabsinkt trockner geworden.

1) Von einer ähnlichen Einrichtung ist das (zu genauen Beobachtungen nicht hinreichende) Hochheimersche Hygrometer; ausserdem gehören zu den vorzüglicheren Hygrometern noch folgende: Lowitzens und Lüdickens Steinhygrometer; verschiedene Holz- Darmseiten- Grannen- Papier- Elfenbein und Borstenhygrometer; von Saussure's (Menschen-) Haarhygrometer; das Federkiel- und Frosch-

hauthygrometer des Retzius und Huth; Leslie's auf die durch Verdampfung erregte Kälte gegründetes Hygrometer und vorzüglich de Lucs Hygrometer von der Quere nach gespaltenem Fischbein. Vergl. Boyle's Werke 1772. 4. Bd. IV. Versuche über die Hygrometrie; durch Horaz. Bened. de Saussure, aus dem Französ. übers. von Titius. Leipz. 1784. 8. de Lucs neue Ideen üb. die Metereologie. Thl. I. Cap. I. III. desselben Abhandl. über die Hygrometrie, aus den Philosoph. Transactions, Vol. LXXXI. 1791, übers. in Grens Journ. d. Phys. B. V. S. 279 ff. Gehlers phys. Wörterb. Th. II. S. 661. Gilberts Annal. I Bd. S. 282, 317. II Bd. S. 70. III Bd. S. 126. IV Bd. S. 222, 308. V Bd. 79. X Bd. 110. XII Bd. S. 114. — Lichtenbergs Vertheidigung des Hygrometers. Götting. 1800. Alle Hygroskope der Art ziehen nur das dunstförmige (in Gestalt kleiner Sphäroiden schwimmende Wasser) der Luft an; hingegen nach de Lucs Erfahrungen keineswegs den wirklichen heissen durchsichtigen Wasserdampf, noch weniger das luftförmige oder in Luft gelöste Wasser der Atmosphäre.

2) Um die Menge des fallenden Regens auszumitteln, bedient man sich der Ombrometer oder Hyetometer; welche dem fallenden Regen eine genau gemessene Quadratfläche darbieten, und ihn (oder auch den Schnee) gehörig auffangen, um das gesammelte Wasser nach einer gewissen Zeit, durchs Gewicht bestimmen zu können. Gehler a. a. O. III Bd. S. 760, und Hemmers descript. instrum. Soc. Meteorol. Palat. Mannh. 1782. — Zur Messung der Thau-, Nebel-, Reif- und Glatteis-Menge, dienen die Drosometer z. B. Weidlers Drosome-

ter; vergl. GEHLER a. a. O. V Bd. 235; 2 Bd. S. 501. 3 Bd. S. 708. Zur Bestimmung der Menge des verdampften oder ausgedünsteten Wassers benutzt man die Atmometer oder Atmidometer, theils um die Verschiedenheit der Wasserverdunstung an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten anzugeben; theils um das Quantum der jährlichen Verdunstung an einem Orte auszumitteln. Für den ersten Fall ist das SAUSSURESche Atmidometer, aus einem leichten Rahmen worin anzufeuchtende Leinwand eingespannt ist bestehend, sehr anwendbar; für den lezteren dienen zweckmässiger mehrere theils mit Wasser, theils mit Rasen oder Dammerde gefüllte Gefässe; die mit Wasser gefüllten, läfst man am zweckmässigsten in anderen mit Wasser gefüllten, in der Mitte befestigten Gefässen schwimmen, um so die Ausdünstung am wenigsten durch Nebenumstände zu stören. Vergl. GEHLER a. a. O. I. Bd. S. 154, 204 und V Bd. S. 72 u. 84. GILBERTS Annal. IV Bd. S. 222, 308. X Bd. S. 166. XV Bd. S. 122 u. 160. XVII Bd. S. 44. RICHMANN in Nov. Comment. Act. Petropol. T. II. p. 134, DE LUC in GRENS Journ. d. Phys. VIII Bd. S. 293. ZYLIUS Prüfung der Theorie des Herrn DE LUC vom Regen, eine zu Berlin gekrönte Preisschrift. Berlin 1795. Das Feuchtwerden der Mauren, der Holzgeräthe etc. ist Folge der hygroscopischen Wirkung dieser Stoffe gegen die feuchte Luft.

C) *Vom Aufsteigen der tropfbaren Flüssigkeiten in Haarröhren.*

§. 92.

XVIII. Vers. Zwei glatte ebene Glasstreifen setze man unter einem spitzigen Winkel über

einander, und bringe einen Tropfen einer nicht klebrigen aber dem Glase adhärirenden Flüssigkeit, z. B. dünnes Oel, Wasser oder Weingeist, so dazwischen, dafs der Tropfen beide Glasplatten berührt, so wird er sich mit beschleunigter Geschwindigkeit nach dem Winkel beider Glasplatten hinbewegen. Dasselbe wird auch bei einem Quecksilbertropfen zwischen zwei reinen Zinnplatten Statt finden. Aendert man den Versuch dahin ab, dafs man zwei Glastafeln unter einem spitzigen Winkel an einander setzt, und sodann beide senkrecht in eine adhärirende Flüssigkeit z. B. Wasser stellt; so wird diese Flüssigkeit zwischen dem Winkel beider Platten in die Höhe steigen und mit ihrem Rande eine Hyperbel bilden, deren Asymptoten die senkrecht stehenden und die horizontal laufenden Ränder der Glassteifen sind.

1) In der ersten Art des obigen Versuchs, wird der zwischen gelegte von beiden Glasoberflächen angezogene Tropfen eine Bewegung nach der Diagonallinie erhalten, die ihn nach dem Winkel beider Platten mit vermehrter Geschwindigkeit treibt; weil er je näher er dem Winkel kommt, je breiter wird, mithin wachsen seine Berührungspuncte und seine Adhäsion in demselben Maase, in welchem seine tropfenbildende Cohäsionskraft vermindert wird. In der folgenden Abänderung des Versuchs, wird (wie auch zuvor) die Adhäsion der Glasflächen gegen das Wasser mit der Verkleinerung des Abstandes beider

Platten zunehmen, die Anziehung der Theile des Tropfbaren nach seinem Mittelpuncte dadurch gleichmässig geschwächt werden, und so endlich die hyperbolische Begrenzung des aufgestiegenen Liquiden hervorgehen lassen. Vergl. Muschenbroek a. a. O. §. 1062.

2) Wird die Berührungsfläche durch die z. B. röhrenförmige Gestalt des Glases noch stärker vermehrt, so wird auch jene der Erdschwere und der eigenen Cohäsion mehr oder weniger entgegensetzte Bewegung des Liquiden, um so eher und leichter eintreten. Eine nicht sehr weite, oben allmählig enger werdende, an beiden Enden offene Röhre, in Wasser getaucht, wird durch die wachsende Anziehung ihrer inneren Glaswände, das Wasser nach und nach nach oben hinaufziehen; noch deutlicher wird dieses an den eigentlichen Haarröhrchen (Tubuli capillares, in deren Höhlung nur ein Pferdehaar Raum hat oder von höchstens $\frac{1}{10}$', im Durchmesser) bemerkt.

§. 93.

XIX. Vers. In verschiedene auf Glas zerfliessende (ihm also adhärirende) Flüssigkeiten, z. B. Milch, Lacmustinctur, Tinte, Wasser, Weingeist, Oel etc. stelle man senkrecht mehrere Haarröhrchen von verschiedener Weite, so daſs sie ohngefähr ein paar Linien tief eintauchen: in kurzer Zeit werden die Flüssigkeiten darin in die Höhe steigen, und sich um so mehr über den Spiegel der äusseren Flüssigkeit erheben, je enger die Röhren sind, und je stärker die Flüs-

sigkeiten dem Glase anhaften. Man bemerkt dabei, dafs die aufsteigenden Flüssigkeiten zuvörderst eine ausgehölte, nach den Glaswänden zu mit erhabenerem Rande stehende Oberfläche bilden, deren Rand aber vermöge der Enge des Röhrchens sogleich wieder zu einer mehr horizontalen Fläche zusammenfliefst; dafs sie sich dann aufs Neue heben, den Rand bilden, wiederum zusammenfliessen u. s. f., bis endlich das Gewicht der aufgestiegenen Flüssigkeitssäule der Adhäsion der inneren Glasoberfläche des Röhrchens das Gleichgewicht hält. Daher steigt keine der Flüssigkeiten über die obere Mündung des Röhrchen, sondern höchstens bis zu ihrer inneren Grenze, auch wenn das Haarröhrchen kürzer ist, als die Höhe zu welcher die Flüssigkeit in einem längeren Röhrchen von gleicher Weite zu steigen vermag.

1) Das dünne fette Oel gehört zu den wenigen Flüssigkeiten, welche in Haarröhrchen von verschiedenem Glase, übrigens aber von gleicher Weite und Höhe, fast dieselben Höhen erreicht; bei anderen Flüssigkeiten hingegen, bewirkt nach Muschenbroeks Beob. a. a. O. T. I. S. 373, die Verschiedenheit des Glases (woraus die Haarröhrchen bestehen) rücksichtlich der Adhäsion und der daraus folgenden Höhe der Flüssigkeitssäulen, öfters schon beträchtliche Unterschiede. In Haarröhrchen von gleichem Durchmesser aus holländischem Flaschenglase steigen nach Muschenbroek:

Wasserfreie Schwefelsäure auf	1″,30	rheinl.
Schwefeläther-Weingeist —	1″,40	
Wasserfreier Weingeist —	1″,80	
Wässrige Salzsäure —	2″,07	
Wässrige Salpetersäure —	2″,07	
Terpentinöl —	2″,58	
Wässrige Schwefelsäure —	3″,25	
Destillirtes Wasser —	3″,40	
Wässriges Aetzammoniak —	3″,60	
Kohlensaures Ammoniak —	4″,56	

2) Um die Höhen der steigenden Flüssigkeiten abzumessen, dient theils ein senkrechtes weisses Brett mit einer Scale, worauf das Haarröhrchen befestigt wird, theils ein Streifen weisses Papier, woran man das Röhrchen klebt. Gefärbte Flüssigkeiten lassen sich deutlicher beobachten, jedoch wird die Flüssigkeit durch den färbenden Stoff immer mehr oder weniger viscide; zu sehr engen Haarröhrchen wählt man zweckmässiger farbenlose Flüssigkeiten. Die Höhen stehen übrigens mit dem specifischen Gewichte der Flüssigkeiten weder im geraden noch im umgekehrten Verhältnisse; die Stärke der Anziehung verhält sich umgekehrt, wie das Quadrat der Entfernung; die Höhe der aufgestiegenen Wassersäule (unter übrigens gleichen Umständen) umgekehrt, wie die Durchmesser der Röhrchen. Hohe Temperatur ändert die Anziehung bedeutend; vergl. oben.

3) Sind die inneren Wände des Röhrchens mit Fett oder Bärlappsaamen ausgestrichen, so mangelt die Adhäsion zum Wasser, und dieses steigt daher nicht in die Höhe, sondern behält diejenige Höhe bei, welche es nach dem hydrostatischen Grundsatze er-

langen muſs. Bloſs die Adhäsion des Glases und nicht der Druck der Luft, oder die Stösse eines (z. B. von LE SAGE) hypothetisch angenommenen Aethers, ist der Grund des ganzen Phänomens. Vergl. MUSCHENBROEK diss. phys. experim. L. B. 1729. 4. p. 271. Jos. WEITBRECHT tentamen theoriae, qua adscensus aquae in tubis capillaribus explicatur, in den Comment. acad. petropolit. T. VIII. S. 262. LA LANDE diss. sur la cause de l'elevation des liqueurs dans les tubes capillaires. Paris 1770. 8. C. B. FUNCCII diss. de ascensu fluidorum in tubis capillaribus, Comment. I. II. Lips. 1773. 4.

4) Da sich die Durchmesser der Röhren umgekehrt, wie die Höhen der in ihnen befindlichen Wassersäulen verhalten (vergl. N. 2.) so verhält sich, wenn wir die Durchmesser mit D, d und die Wasserhöhen mit A, a bezeichnen, D : d : : a : A; mithin AD = a d; d. h. das Product des Durchmessers durch die Höhe des Wassers, bleibt immer einerlei, oder die beständige Grösse 0,053 eines (paris.) Zolles. Es steigt nämlich bei 0,01 eines Zolles Durchmesser, das Wasser darin zur Höhe von 5,3 Zoll und 5,3·0,01 ist = 0,053. Will man also wissen, wie hoch das Wasser in einer Glasröhre von gegebenem Durchmesser steigen werde, so darf man nur 0,053 mit demselben dividiren, dann drückt der Quotient die Höhe in Zollen aus; vorausgesetzt wenn der Einfluſs der verschiedenen Reinheit des Glases und der Temperatur beseitigt ist. Die Oberfläche eines Cylinders, verhält sich bekanntlich wie das Product des Durchmessers multiplicirt mit der Achse oder der Höhe. Da nun bei dem mit Wasser gefüllten Theile des Röhrchens, das Product des Durchmessers durch die Höhe (bei ein

und derselben Glassorte und bei derselben Temperatur) eine beständige Grösse ist, so ist es auch die mit einer solchen Wassersäule in Berührung stehende innere Glasoberfläche.

5) Hieher gehören zum Theil die bereits erwähnten Einsaugungen des Fliefspapiers, Schwamms etc. vorzüglich das Aufsteigen der Pflanzensäfte, die Incrustationen, die Efflorenz verschiedener krystallisirbaren Stoffe, der zufolge sich fest werdende Stoffe zu Röhrchen ausbilden, in denen der übrige unten stehende noch flüssige Antheil, nach und nach an den inneren Seitenwänden des Gefässes hinaufsteigt, die Röhrchen zugleich selbst verlängert und häufig über den Gefäfsrand hinaus, auch die Aussenwände der Gefässe mit einer dünnen Rinde überzieht. Vorzüglich bemerkt man dergleichen bei dem salpetersauren Natron; bei einem Gemische von Salmiak und Kochsalz; beim grünen schwefelsauren Eisen; beim Mauersalpeter (Salpeterfrafs) und bei vielen anderen Salzverbindungen. Vergl. KASTNERS Beiträge II. Bd. S. 41. Auch gehören hieher das Erstarren verschiedener Dünste: z. B. das auswendige Beschlagen eines mit liquider Salzsäure gefüllten offenen Gefässes; die Figurationen gefrorner Fensterscheiben etc.

§. 94.

XX. Vers. Ein kleines Quecksilberkügelchen werde auf reines Papier gelegt und darauf ein Stück Glas mit ihm in Berührung gesetzt: das Quecksilber wird von dem Papiere abgezogen dem Glase anhaften. Man bringe jetzt eine grössere Quecksilbermenge in die Nähe des dem

Glase anhängenden Kügelchens: das leztere wird das Glas sogleich verlassen, und dem stärkeren Anziehungsstreben zum übrigen Quecksilber folgend, sich mit demselben schnell und vollkommen vereinigen; woraus folgt, daſs das Quecksilber unter sich eine stärkere Anziehung als zum Glase hat, mithin auch in Haarröhrchen aus Glas sich nicht wird erheben können. Daſs aber die Anziehung des Glases, sie möge so geringe seyn wie sie wolle, doch noch immer einen nahmhaften Werth hat, beweiset folgende Abänderung dieses Versuchs. Man lege einen grösseren Quecksilbertropfen auf reines Papier, berühre ihn von entgegengesetzten Seiten, mit zwei Stücken Glas und ziehe diese nun allmählich aus einander: so wird der Tropfen eine längliche ovale Form annehmen, und nur dann wenn man das Quecksilberquantum sehr vermehrt, in seiner vorigen Lage beharren.

§. 95.

XXI. Vers. Zwei parallele Glasplatten tauche man einige Linien tief in eine hinreichende Menge Quecksilber: es wird zwischen denselben tiefer stehen, als das Quecksilber ausserhalb der Platten steht, und dieser niedrigere Quecksilberstand, wird sich ebenfalls umgekehrt wie die Entfernungen zwischen den Platten verhalten. Stellt man dabei die Platten so, daſs sie einen

spitzen Winkel machen, so bildet das Quecksilber, indem es je näher dem Winkel je niedriger steht, eine Hyperbel, deren Asymptoten die senkrecht stehenden Ränder der Glasplatten (mit denen sie aneinander gefügt werden) und die Gesichtslinie des Quecksilbers in dem Gefässe sind (Vergl. §. 92.). — Wählt man statt der Glasplatten Haarröhrchen, die man beim Eintauchen zur besseren Beobachtung an die Seite des Gefässes hält, so wird sich auch hier die Niederdrückung des Quecksilbers umgekehrt verhalten, wie die Durchmesser der Röhren. Füllt man eine an beiden Enden offene Röhre, deren unteres Ende in ein enges Haarröhrchen ausläuft, ohngefähr 1 — 2 Zoll hoch mit Quecksilber, so wird dieses nicht durch die untere Oeffnung dringen; dieses wird aber sogleich erfolgen, wenn man mit diesem unteren Ende anderes Quecksilber berührt.

1) Schon im gewöhnlichen weiten Glasgefässe steht das Quecksilber mit convexer Oberfläche (vergl. § 89. N. 5.) bildet also einen vertieften Rand, d. h. steht vermöge der grösseren Stärke seiner Cohäsion an den Seitenwänden niedriger als in der Mitte; in den Haarröhrchen bleiben die Grundgesetze der Quecksilberanziehung dieselben, nämlich die Cohäsion zwischen den denkbaren Quecksilbertheilen ist stärker als die Adhäsion zu den Glaswänden; es wird sich also auch ein niedriger Rand bilden, der sich aber vermöge

der Enge der Röhre über alles von ihren Randgrenzen einschliefsbare Quecksilber erstreckt, und daher seinen tieferen Stand in demselben Maase hervorruft, als wie durch zunehmende Enge die Bildung des tieferen Quecksilberrandes veranlafst wird; auf ähnliche Weise wie umgekehrt bei adhärirenden Flüssigkeiten, die erhobenen Ränder zusammenfliessen und dadurch das Nachsteigen der Flüssigkeit möglich machen.

2) Geschmolzenes Blei und wahrscheinlich alle übrigen geflossenen Metalle zeigen dasselbe; vergl. Gellert phaenom. plumbi fusi in tubulis capillaribus in den Comment. acad. Petropolit. XII. p. 243. Hingegen steigt Quecksilber in zinnernen und bleiernen Röhren wie Wasser in Glas.

3) Auch gehört hieher ein von mehreren Physikern, wie es scheint, unrichtig aufgefafstes Phänomen. „Eine kleine, zarte, reine und trockene stählerne Nadel, lege man vorsichtig auf Wasser: sie wird darauf schwimmen, mit einer um ihr her beträchtlich breiten Vertiefung." Das Gewicht der Nadel drückt die gerade unter ihr befindlichen Wassertheilchen nieder, ohne ihnen zu adhäriren, die Wassertheilchen unter sich besitzen also grössere Adhäsion und Zusammenhaltung als zur Nadel; diese Zusammenhaltung vermag das geringe Gewicht der Nadel nicht zu überwältigen, es werden daher die den unterliegenden Wassertheilen zunächst anliegenden Theilchen wegen des verhältnifsmässig stärkeren Zusammenhangs, mit unter die gewöhnliche Gesichtslinie des Wassers gezogen, deren so bewirkte Vertiefung bei gehörig auffallendem Lichte leicht bemerkt werden kann. Vergl. Link: Ueber Naturphilosophie 1806.

4) Ob übrigens die in den Haarröhrchen befindliche Luft selbst, nicht einigen Antheil an dem niederen Stande des Quecksilbers habe, ist noch nicht entschieden, mir indeſs wahsscheinlich; es ist nämlich 1) die Luft im Röhrchen vermöge der verhältnisſsmässig stärkeren Adhäsion der inneren Glaswände, minder verschiebbar, als ausser dem Röhrchen, wird also auch beim Eintauchen des Röhrchens ins Quecksilber, einen mehr als gewöhnlichen Druck gegen dessen Oberfläche ausüben; 2) adhärirt das Quecksilber in der Torricellischen Leere dem Glase ziemlich stark, bildet bei möglichster Reinheit keinen merklich vertieften Rand, und nähert sich mehr einer horizontalen Ebene. Daſs Wasser in Haarröhrchen aufsteigt kann jener Bemerkung nicht zum Einwurfe dienen, da seine Adhäsion zum Glase nicht bloſs stärker als seine Cohäsion, sondern auch stärker als die Adhäsion der Luft zum Glase ist.

D) *Von der Adhäsion fester Körper.*

§. 96.

XXII. Vers. Mittelst eines scharfen Messers schneide man von zwei Bleikugeln, von jeder ein Stück so ab, daſs sie mit diesen flachen Oberflächen an einander gefügt, genau anschliessen; so werden sie so fest an einander hängen, daſs kaum ein Gewicht von 80 — 100 Pfunden hinreicht sie aus einander zu reissen, und hat man sie getrennt, so findet man ihre Oberflächen

ziemlich rauh. Dasselbe findet auch in der Guerikeschen Leere statt.

1) Am besten hängt man die eine dieser Kugeln, mittelst eines durch ihren Mittelpunct in horizontaler Richtung gehenden Ringes, an einen Haken senkrecht auf, und versieht die unten angefügte zweite Kugel mit einem ähnlichen Ringe und Haken, um sie mit Gewichten beschweren zu können. — Mehrere zum Theil hieher gehörende Versuche kommen bereits unter A. dieses Cap. vor.

2) Die rauhe Oberfläche des Bleies nach dem Auseinanderreissen beider Kugeln, zeigt dafs das Anziehungsverhältnifs beider Theile, während ihrer Berührung sich etwas geändert habe. Wäre es nämlich bei blosser Adhäsion der Flächen geblieben, so würden beide Flächen (ohne in die Masse des Bleies einzugreifen) an demselben Stellen auseinander gerissen seyn, an welchen sie sich berührten; indem die Adhäsion zwischen beiden (wie es der Versuch selbst zeigt) schwächer als die Cohärenz der Bleimasse ist. Es müssen mithin bei der Berührung und vorzüglich im Augenblicke des Abreissens, von Innen (dort wo beide Flächen sich berühren) nach aussen (nach den Massen zu) in entgegengesetzter Richtung wirkende Anziehungen eingetreten seyn, die bei der wirklichen Trennung Spitzen- oder längliche Streifenbildung zur Folge hatten. Anziehungen der Art nennen wir magnetische, und in sofern alles Feste auf ähnliche Weise zerreifst, sind wir schon dadurch im Stande, die magnetische Anziehung als etwas in dem Festen Beständiges nachzuweisen. In der Folge hierüber mehr. Einstweilen vergl. §. 88. N. 2.

3) Hieher gehören zum Theil die Anhaftung der Metallbelege, z. B. des aus Zinnamalgam bestehenden Spiegelbelegs; das Schweissen des Eisens und der Platina; das Löthen etc. Vergl. oben A.

E) *Von der Zusammenhaltung oder Cohärenz der Körper.*

§. 97.

XXIII. Vers. Verschiedene Fäden von Hanf, Flachs, Baumwolle, Seide und einige sehr dünne Dräthe von Zinn oder Blei, werden so herabhängend befestigt, dafs man verschiedene Gewichte senkrecht schwebend damit verbinden kann: alle werden ein beträchtliches, bei jedem einzelnen verschiedenes Gewicht erfordern, um zu zerreissen; die abgerissenen Flächen werden mehr oder weniger rauh und spitzig seyn, und zwar die Metalldräthe am meisten.

1) Bei dem Tropfbaren ist das eigene Gewicht zur Zerreissung (vergl. §. 71.) hinlänglich; bei weichen Substanzen wird dazu schon eine gewisse Gewalt erfordert; bei den festen ist diese so bedeutend, dafs wenigstens bei solchen auf der Erdoberfläche befindlichen Massen, meistentheils weder die Erdschwere noch die Adhäsion anderer Körper vollkommen hinreicht, wirkliche Zertrennung zu bewirken. Jedoch gewähren abreissende Felsstücke; die Entstehung von Spalten, Klüften und Gangöffnungen, Bergstürze, einfallende Ruinen etc. Beispiele, von, an einigen Stellen durch die Erdschwere aufgehobener Cohärenz; rücksichtlich der Zerreissung durch Adhäsion, vergl. man den vorigen §. und ausserdem §. 89. N. 2.

2) Aus verschiedenen Beobachtungen scheint die (jedoch nur auf Analogie gestützte) Folgerung hervorzugehen, daſs die Cohärenz fester Körper um so grösser ist, je mehr die Aggregativtheile derselben ein Continuum bilden. Salzkrystalle sind minder cohärent, als erdige Fossilien; der Demant (einer der cohärentesten Substanzen) ist es mehr als der Sapphyr, dieser mehr als der Topas, der mehr als der Schmaragd, dem Bergkrystall, edler Schörl (Turmalin) gemeiner Opal, Fluſsspath, Gyps und kohlensaurer Kalk folgen. Eichenholz (dem Buchsbaum und Pflaumenbaumholz hierin fast gleich kommen) ist cohärenter als Erlen- und Ulmenholz, und diesem folgen Rothtannen-, Weiſstannen-, Ahorn und Hollunderholz.

3) Die Methoden deren man sich bedient hat, die Cohärenz der Stoffe zu bestimmen, kommen sämmtlich darin überein, daſs man die Schwere zum vergleichenden Maasstabe wählt; unbestimmter werden die Resultate, wenn man einzelne Stoffe von einer als bekannt angenommenen Cohärenz zur vergleichenden Einheit wählt. Bei allen Versuchen der Art, hat man soviel wie möglich auf gleiche Temperatur, gleichen Feuchtigkeitszustand und Gleichheit der Massen zu sehen. Bei Metallen muſs darauf gesehen werden, ob sie gehämmert, oder zu Drath gezogen, oder geschmolzen angewendet werden, und man darf nicht vergessen, daſs die streckbareren Metalle sich zuerst dehnen ehe sie zerreissen. Muschenbroek in seiner Dissert. phys. experim. p. 432 fand, daſs die Dräthe (von 10 rheinl. Zoll Dicke) folgender Metalle von nachstehenden Gewichten zerreissen:

Blei		$29\frac{1}{4}$ Pfunde.
Zinn		$49\frac{1}{2}$
Kupfer		$299\frac{1}{4}$
Messing	. . .	360
Silber		370
Eisen		450
Gold		500

Gr. v. Sickingen (dessen Versuche über die Platina. Mannheim 1782. 8.) stellte ähnliche Versuche aber genauer mittelst einer zweckmässig eingerichteten Maschine an; indem er durchgängig 0,3‴ paris. Dicke und 2 paris. lange Metalldräthe wählte, woraus sich ganz andere der verschiedenen Härte der Metalle mehr correspondirende Verhältnisse ergeben.

		Pfund.	Unz.	Quent.	Gran.
Gold	zerriſs von	16	6	0	$43\frac{3}{7}$
Silber	- -	20	11	1	$43\frac{1}{7}$
Platina	- -	28	7	3	$65\frac{5}{7}$
Kupfer	- -	33	0	7	64
Eisen (sehr weiches)		39	6	0	$47\frac{2}{3}$
Messing	- -	40	15	3	$14\frac{6}{7}$
Eisen (sehr sprödes)		60	12	0	8

Antoni (l'usage des armes à feu) schlägt zur Cohärenzbestimmung folgendes Verfahren vor: man befestigt in einer gewissen Höhe einen spitzen keilförmigen Körper, und läſst ihn von dieser Höhe auf einen in bestimmte Entfernung gestellten festen Körper senkrecht herunter fallen; aus der Grösse der Vertiefung schlieſst man auf die Grösse des Zusammenhangs. Zweckmässiger wäre es den keilförmigen Körper auf die Platte des festen Körpers zu stellen, und mit Gewichten zu beschweren; jedoch findet das ganze Verfahren bei spröden, weichen und elastischen

Körpern keine Anwendung. Ein Beispiel sehr grosser Cohärenz einer Metallmischung, gewähren die Räder, die ohne zerquetschet zu werden, dazu dienten, den grossen Granitblock von 4 Millionen Pfund zum Piedestall der Statue PETERS des I. herbeizuführen; ferner die Masse der Kugeln (vergl. SPARMANNS Reisen) zur Erlegung der Rhinozeros und ähnlicher Thiere.

4) Bei verschiedenen Substanzen ist der Grad von Zähigkeit und Zusammenhalt noch veränderlicher als bei den Metallen; vorzüglich gilt dieses vom Holze. Grünes junges Holz ist minder cohärent als altes Stammholz; z. B. ein Stück Eichenholz (vom Stamme) von einem Zoll ins Gevierte, zerbricht von einem über 350 Pfunde gehendem Gewichte, trägt jenes hingegen einige Zeit hindurch, zerreiſst aber öfters schon von der Hälfte des Gewichts, wenn es von Aesten gewählt ist; ein gutes hänfenes Seil, trägt an einem Ende an tausend Pfund, aber nur eine Zeit hindurch, es wird nach und nach gedehnter und minder zähe und zerreiſst dann. — Vergl. MUSCHENBROEK introduct. ad philos. natur. I. p. 390. BUFFON in den Mem. de l'academ. de Paris. 1740. p. 153. 1741. p. 192. GUITON a. a. O. — G. L. v. PÖLLNITZ Abh. über die Festigkeit der Materialien. Leipz. 1795. 8.

5) Die Härte der Körper richtet sich nicht immer nach ihrer Cohärenz; so zerreiſst z. B. eine Glasstange von einem weit geringeren Gewichte, als eine Eisenstange von gleichem Umfange und von gleicher Länge, aber das Glas schabt Eisen, dasselbe (gemeine Stab-) Eisen hingegen nicht das Glas. Die Härte bestimmt man relativ von dem Weichen ausgehend, durch das was den Fingernagel, verschiedene weiche Fossilien der talkerdigen und thonerdigen Reihe, das

Glas, den Quarz, und mehrere sehr harte Fossilien der thonerdigen und Kieselerdigen Reihe, bis endlich zum Demant, ritzt; was am Stahle Funken giebt, der engl. Feile widersteht etc.

6) Jeder feste Körper ist in sofern hart (durum) als er dem Eindrucke eines anderen widersteht; hingegen weich (molle) wenn er ohne seinen Zusammenhang zu verlieren dem eindringenden Körper nicht widersteht. Verliert er beim Druck oder Stoſs seinen Zusammenhalt leicht, so nennt man ihn mürbe (marcidum, mite); erleidet er nicht sowohl (sehr leicht) bleibende Eindrücke änderer Körper, als vielmehr nur Verschiebung seiner Theile, so heiſst er schlaff (laxum); hingegen starr, straff oder steif (rigidum) wenn auch selbst durch beträchtlichen Kraftaufwand die gegenseitige Richtung der Aggregativtheile nicht verrückt werden kann. Diesen lezteren Ausdruck braucht man auch häufig statt fest; so wie überhaupt alle diese und ähnliche Wortbezeichnungen relativ sind. Von dem schlaffen Körper unterscheidet man ferner den biegsamen (flexile) und den im hohen Grade biegsamen oder zähen (tenax); von dem starren den zerbrechlichen (fragile) und den spröden (intractabile); bei dem lezteren befinden sich die Theile in einer solchen gegenseitigen Spannung, daſs nicht einer oder einige abgebrochen werden können, ohne die Zerreissung eines grösseren Theilganzen, oder auch wohl des ganzen Körpers nach sich zu ziehen. Beispiele gewähren die geschwänzten Glastropfen und die Bologneserflaschen (Phiolae Bononienses). Oefters sind Körper dieser Art bei kleinen Längen leicht zerbrechlich, bei grösseren mehr oder minder biegsam

und contractil elastisch; dahin gehören dünne lange thönerne Pfeifen, der Gelenkquarz, das Marienglas (grofsblättriger Glimmer) und lange Glasfäden. Von dem biegsamen Körper wird der streckbare (ductile) unterschieden, der sich der Länge nach beträchtlich erweitern, der Breite und Dicke nach sehr verkleinern läfst; ohne seinen Zusammenhang zu verlieren. Das Strecken geschieht theils durch Hämmern; theils durch Ziehen und Spannen, vergl. §. 40—43. Jenes vermindert unmittelbar die Dicke und vermehrt dadurch die Länge und Breite; dieses vermehrt unmittelbar die Länge, und mindert dadurch die Breite und Dicke. Grosse Streckbarkeit bezeichnet man auch wohl durch Zähigkeit oder Geschmeidigkeit (Tractabilitas); jedoch wählt man den lezteren Ausdruck vorzüglich bei nicht sowohl ursprünglich festen Körpern, als vielmehr bei solchen, welche durch damit verbundene Flüssigkeiten so biegsam geworden sind, dafs sie sich leicht kneten lassen und in jede Form fügen; z. B. weiche Pflaster, Teige, Balsame etc. Leztere haften zugleich mehr oder weniger an andere Körper, oder bleiben wenigstens beim Wegziehen derselben zum Theil hängen, und ist dieses der Fall, so nennt man sie klebrig oder schmierig (viscidum, viscosum). — Der Versuch einer Andeutung der Möglichkeit dieser Abänderungen des Festen, kann erst in der Folge vorkommen.

7) Cohärenz und Dichtigkeit bilden denen bis zur Zeit vorhandenen Beobachtungen gemäfs, zwar keine gleichlaufende Reihen, indefs wird doch häufig beides zugleich vermehrt oder vermindert. Der Phosphor z. B. ist minder cohärent als die feste Phosphor-

säure und weniger dicht; der Schwefel dichter als die Schwefelsäure, leztere ist aber auch weniger cohärent; die Alkalimetalloide sind minder dicht und weniger cohärent (im flüssigen Zustande) als das Alkali, als feste metallartige Massen ist es vielleicht umgekehrt. Vermischungen mit anderen Substanzen haben überhaupt einen wesentlichen Einfluſs sowohl auf Dichtigkeit, als auch auf die Cohärenz der Materien; besonders merkwürdig ist hier die (in der Folge näher zu untersuchende) Verbindung mit Sauerstoff. Alle reine Metalle sind cohärenter und dichter als die oxydirten; etwas ähnliches gilt vom Wasserstoff. — Jedoch kommen auch Fälle vor, wo sich das ganze Verhältniſs umkehrt: z. B. Gold ist dichter aber minder cohärent als Eisen etc. vergl. Sickingens Tabelle; das weiche Stabeisen ist dichter als das spröde Guſseisen, und dennoch ist lezteres (wenn auch Härte oder Sprödigkeit als etwas nicht mit Cohärenz zu verwechselndes betrachtet wird) cohärenter. — Man muſs indeſs bei solchen und ähnlichen Vergleichungen nie vergessen, daſs man es z. B. beim Metalloxyde, mit einem gleichsam ganz neuen, streng genommen mit dem ehemaligen Metalle in keine Vergleichung stellbaren Körper zu thun hat. Eher sind dergleichen Folgerungen bei solchen Veränderungen der Körper möglich, wo keine schwere Materie Grund der Veränderung ist, z. B. bei erwärmten Substanzen. Hier zeigt aber die Erfahrung, daſs Dichtigkeit, Adhäsion und Cohäsion fast gleichmässig vermehrt oder vermindert werden.

8) Nochmals wenden wir uns zur Betrachtung der durch den Riſs entstandenen Oberflächen, zerrissener fester Massen. In dem Maase wie die Härte

ohne grosse Continuität in den verschiedenen festen Körpern zunimmt, wird gemeinhin auch ihr Bruch (und mithin jene Oberflächen) splittrich, zackig, spitzig oder rauh; ferner in dem Maase wie sich Härte mit Continuität paart, mehr oder minder flach, eben, muschlich. Bei jeder continuirlich zusammenhängenden Masse, ohne merkliche Härte, z. B. beim Tropfbarflüssigen, bei der Gallerte etc. unterscheiden wir keine bestimmte Bildungsrichtung des Ganzen, beim Zerreissen, kein gegenseitiges Eingreifen der Massen, sondern ein mehr oder minder deutliches ruhiges Ablösen der Theile. Im Verhältniſs der zunehmenden Härte z. B. schon beim Glase, lassen sich verschiedentlich deutlich gewisse Bildungsrichtungen verfolgen, welche die einzelnen in einander gefügten Theile in einer schwächeren oder stärkeren Spannung halten; am deutlichsten ist dieses endlich bei den krystallinisch festen Massen der Fall. So wie beim Abreissen adhärirender fester Körper und beim Zerreissen cohärenter Massen, ein in einander greifendes Gefüge sichtlich wird, so auch beim Zertrümmern und Zerklüften des Krystalls. Im ersteren Falle war aber dieses Gefüge noch nicht vorhanden, sondern wurde erst beim Auseinanderreissen ehemals geglätteter Flächen; hier wurde also durch Berührung, was dort bei den cohärenten und krystallinischen Massen, schon vom Entstehungsmomente angegeben war; da nun gleiche Wirkungen auf gleiche Ursachen zu schliessen gestatten, so folgern wir, daſs dieselben Thätigkeitsverhältnisse, welche zwischen den sich berührenden glatten Flächen, durch die Berührung wach wurden, bei den cohärenten und krystallinischen Massen schon im ersten Momente

ihres Werdens gegeben waren. Es bestanden aber diese Thätigkeitsverhältnisse, in einem Wirken eines erst erzeugten Inneren (eines Indifferenzpunctes) nach aussen in entgegengesetzter Richtung, und wir nannten dort (§. 96. N. 2.) diese Art von Thätigkeitsform in der Natur, das magnetische Verhältnifs; sollte dieses demnach nicht aller Cohärenz und aller Krystallisation vorangehen? Versuchen wir es, die Lösung dieser Frage zuvörderst durch genauere Untersuchung des magnetischen Verhältnisses selbst vorzubereiten; und vergleichen wir einstweilen §. 25—30. §. 31—33.; so wie über Adhäsion und Cohärenz überhaupt noch: die Versuche und Beobachtungen eines Carradori, Venturi, Prevost, Drapernaud, Rumford und Link — Gilberts Ann. B. 24. S. 121 etc.

IV. CAPITEL.

VON DEM MAGNETISMUS.

A) *Von der Erregung des magnetischen Verhältnisses.*

§. 98.

XXIV. Versuch. Ein längliches schmales vierkantiges Stahlstäbchen, werde entweder mittelst eines in seinem Schwerpuncte befestigtem Achathütchen auf einem senkrecht stehenden Stifte, oder durch einen dünnen ungedrehten in seinem Schwerpuncte befestigten Faden, in horizontaler Lage frei schwebend erhalten. Wollte man diese (gegen Rost geschützte) Vorrichtung lange Zeit hindurch in ihrer Lage erhalten, und dabei von Zeit zu Zeit der Länge nach mit anderem (unmagnetischen) Eisen streichen, so würde man bemerken, wie nach und nach das Stäbchen, eine den Erdpolen entsprechende Richtung von Nord nach Süd annimmt, und wie es im gleichen Maase Eisenfeile und andere kleine eiserne

Körper anzieht. Dasselbe wird aber schon früher geschehen, wenn man das Stäbchen von Zeit zu Zeit hämmert; noch früher wenn man es öfters gegen den Boden stöſst und dabei abwechselnd stark erkältet und sehr mässig erwärmt; am schnellsten wenn es mit einem natürlichen Magnete in Berührung gesetzt oder bestrichen wird.

1) Der Versuch zeigt deutlich, daſs in dem Stahle seiner Natur nach schon die Möglichkeit liegt, mit den Polen der Erde und mit magnetisch anziehbaren Stoffen in thätige Beziehung zu treten; und daſs es nur irgend einer (am besten schon magnetischen) Aufforderung von Aussen bedarf, welche hinreicht den Stahl in Wirksamkeit nach aussen zu versetzen vermag, um es zum Magnete zu machen; vergl. Antheaulme's Methode Magnete zu verfertigen: Gehlers Wörterb. III. 113. Ausser den angeführten Weisen der Erregung des Magnetismus, giebt es noch eine Menge von mehr oder weniger ähnlichen Verfahrungsarten, z. B. daſs in der Folge zu berührende Electrisiren des schwebenden Stahlstäbchens; alle kommen indeſs darin überein: daſs sie den Stahl zu Thätigkeiten nach aussen beſtimmen, ohne seiner eigenthümlichen Beschaffenheit, seiner Eisennatur, Eintrag zu thun; in allen Fällen hingegen wo dieses leztere geschieht, z. B. bei Auflösungen und Mischungen des Stahls oder Eisens, zeigt die Beobachtung keine Spur vom erweckten magnetischen Verhältnisse, sondern wenn dieses vielleicht auch im Augenblick des Angriffes hervorträte, so hebt es doch die werdende Mischung selbst sogleich wieder auf.

2) Das reine Stabeisen wird eher magnetisch als der Stahl (d. i. Kohlenstoffhaltiges Eisen) aber sein Magnetismus ist minder dauernd, und das ganze Verhältniſs in ihm wie es scheint weniger fest begründet, als im Stahl. Kleine dem Eisen beigemischte Mengen von Schwefel oder Phosphor verhalten sich nach Hatchet (Nicholsons Journ. of natural Philosophy, Chemistry and the arts. Vol. X. N. 40. S. 265—267 u. Vol. XI. N. 41. S. 6—17) auf ähnliche Weise, wie der Kohlenstoff im Stahl. Je längere Zeit und je stärkere Aufforderung ein Eisen heischt um magnetisch zu werden, je länger und dauernder bleibt es magnetisch. Hartes Eisen wird schwerer magnetisch als weiches, bleibt es aber länger als dieses.

3) Ausser dem Eisen und dessen Vermischungen mit etwas Kohlenstoff, Schwefel oder Phosphor, zeigt sich auch das mit wenig Sauerstoff verbundene Eisen, oder das sogenannte unvollkommene Eisenoxyd schwach magnetisch; im noch geringeren Grade das mit Säuren verbundene unvollkommene Eisenoxyd, z. B. das grüne schwefelsaure Eisen. Eisenhaltige Substanzen sind es gewöhnlich nach Maasgabe ihres Eisengehalts, und in dem Maase, wie das Eisen darin unvollkommen oder vollkommen oxydirt, oder anderweitig gemischt existirt. Den Magnetismus des Nickels, Kobalds und Chroms (Bergmann de Niccolo in s. Opuscul. phys. chem. Upsal. 1780. p. 240; Klaproth in d. Beiträgen zur Kenntniſs der Mineralkörp. II. S. 42. 48; Richter in Gehlens Allg. Journ. f. d. Chemie. III. 3. S. 255. Thenard ebend. IV. 3. S. 287. — Ueber den Kobald: Kohl in Crells neuest. Entdeck. VII. S. 39. Wenzel in J. Mayers Samml. phys. Aufs. III. Dresden 1793. 8.

S. 388. Ueber Niccolan — ein Gemisch von Nickel und Kobald — und Chrom: (Ritter in Gehlens n. Journ. d. Chemie. V. 4. S. 393) hat man erst in neueren Zeiten als diesen Metallen eigenthümlich, und nicht, wie man sonst glaubte, von beigemischtem Eisen herrührend anerkannt. Wenzel und Landriani verfertigten Magnetnadeln (so nennt man freibewegliche magnetische Stäbchen, wie z. B. das Stahlstäbchen des obigen Versuchs, die nach Bennet, vergl. Grens Journ. d. Phys. VII Bd. 355. am besten vermittelst der starken Fäden der Kreuzspinne aufgehängt werden) aus reinem Kobald. Ritters Beobachtungen über Magnetnadeln von Zink und Silber (vergl. Kastners Grundr. d Chem. S. 211) harren noch der Bestätigung. Nach demselben Physiker werden Goldnadeln magnetisch, wenn man sie electrisirt; etwas ähnliches sah ich an einem Streifen von nicht absolut reinem Kobald; vergl. a. a. O. ebendas. und am Quecksilber wird die Folge der Untersuchungen analoge Phänomene nachweisen. Eisen, Nickel, Kobald und Chrom können daher als selbstständige magnetische Metalle betrachtet werden, die frei schwebend eine den Polen der Erde entsprechende Stellung annehmen, ähnliche entgegengesetzte Anziehungsverhältnisse auch gegen jeden künstlichen Magnet behaupten; und alle des Magnetismus fähige Substanzen, auch dann schon anziehen, wenn dieselben zuvor noch nicht magnetisch waren.

4) W. Andron (im I. Bd. des Roy. Magaz. S. 23) Cavallo (Philosoph. Transact. for the Year 1786. P. I. S. 62 u. ff.) u. a. — neuerlich ich selbst, an einem kleinen zur Electricitätsprüfung der Mineralien bestimmten Conductor: sahen stark magnetisches Mes-

sing; Brugmanns (de affinitatibus magneticis obss. acad. L. B. 1778. 4. übers. v. Eschenbach. Leipz. 1781. 8. S. 161) desgleichen Kupfer und Zink; Bergmann (Opus. II. p. 203) und Hielm (Crells Annal. 1787. I. S. 163) fanden, daſs kleine Körner von Manganes; Brugmanns (a. a. O. S. 295), daſs der gelbe und der farbenlose Demant; von Arnim (Gilberts Annal. III. I. S. 48), daſs Nadeln aus Holzkohle, und nach Brugmanns noch eine Menge anderer Stoffe, vorzüglich verschiedene Fossilien (vergl. v. Arnims Uebers. der magnet. nicht metallischen Stoffe, in Gilberts Annal. V. 4. S. 384) die meisten wohl nur vermöge eines Eisen- oder Chromgehaltes (vergl. Ritter in Gilberts Annal. IV. I. S. 29) von künstlichen Magneten angezogen werden. Merkwürdig ist die Beobachtung des Prof. Forda, daſs ausser dem Eisen auch Steine, Kalk etc. vollkommen magnetisch wurden, als sie durch den Blitz von der Kugel der Kirche des grossen Gymnasiums zu Rom abgeschlagen worden waren, womit auch ähnliche Beobachtungen des Pater Breislak zu Rom, über eine vulcanische Schlacke übereinkommen. Vergl. Lichtenbergs Mag. fortges. von Voigt Bd. IV. St. 4. S. 34 etc. — Coulmob fand endlich, daſs die heterogensten Stoffe; Metalle, Glas, Kreide, Thierknochen, Hölzer etc. momentan magnetisch werden, wenn sie in Gestalt kleiner Nadeln oder Cylinder von drei paris. Linien Länge und nicht über $\frac{3}{8}$ Linie Dicke, schwebend zwischen den entgengesetzten Polen zweier Magnete erhalten werden. Vergl. Journ. de Physique L. IV. p. 367. 454. übers. in Gilberts Annal. XI. 3. S. 367. XII. 2. S. 194. Ueber die bei solchen Versuchen nö-

thigen Vorsichtigkeitsregeln, um etwaigen Täuschungen zu entgehen, vergl. Bennet a. a. O.

5) Der sogenannte natürliche Magnet (ein Eisenerz 30—38 Pfund Eisen im Centner enthaltend von eisengrauer, zuweilen röthlichbrauner, oder weifslichgrauer Farbe, fein- und grobkörnig öfters auch in Form stumpfeckiger Granaten in mehreren Fossilien eingesprengt, vorzüglich in nördlichen Gegenden vorkommend; vergl. Karstens miner. Tabellen 2te Aufl. Berlin 1808) ist dasjenige Fossil, an dem man zuerst die magnetischen Eigenschaften bemerkte. Nach Werner, soll er auf der Halde erst magnetisch werden; und nach Gmelin, in Sibirien, von der besten Stärke in unbeträchtlichen Tiefen, und an denen von Moos bedeckten, der Luft blofsgestellten Felswänden vorkommen. Vergl. Wallerius Mineralsystem II. Thl. Berlin 1783 und Steffens. Beiträge znr innern Naturgeschichte der Erde. I. Thl. Freiberg 1801. 8. — Sein Name soll von der Stadt Magnesia in Lydien (Heraclea) abstammen, wo er angeblich zuerst gefunden wurde; vergl. Cavallo theoretische und practische Abhandl. der Lehre vom Magnete, mit eignen Versuchen; aus d. Engl. Leipzig 1788. 8. und Gehlens phys. Wörterb. III. S. 111. In neueren Zeiten hat man ganze Gebirgsmassen magnetisch angetroffen. A. v. Humboldt bemerkte dieses zuerst an einem Serpentinfelsen; andre beobachteten etwas ähnliches an anderen Gebirgsarten; Grens Journ. IV. I. S. 136. Zimmermann in den Heidelb. Jahrb. d. Lit. 1808. Intell.Bl. N. VII. Gilbert a. a. O. III. I. S. 113. — N. Bergm. Journ. I. 542—563.

6) Läfst man einen eisernen Stab, an dem einen Ende mit einem Pole eines Magnets kurze Zeit hin-

durch bloſs in Berührung, so ist der Stab nur während der Berührung magnetisch; um ihn dagegen in einen daurenden künstlichen Magnet umzuwandeln, wird erfordert, daſs man ihn auf eine zweckmässige Weise mit einem wirklichen Magnete streicht. Man unterscheidet den einfachen und den Doppelstrich; bei ersterem setzt man den Nordpol eines guten Magnets, in die Mitte C (Fig. 13) des eisernen oder stählernen, cylindrischen oder besser (der bequemeren Lage wegen) parallelepipedalischen Stabes, streicht diesen damit bis ans eine Ende (N oder S), hebt den Magnet einige Zoll weit ab, setzt ihn wieder in C an, und streicht nach der nämlichen Richtung u. s. f.; bei lezterem setzt man beide Füsse eines armirten Magnets in C so an, daſs der Nordpol nach dem einen Ende des Stabes gewendet ist, streicht dann bis an dies Ende, so daſs es vom Nordpol berührt wird, fährt ohne abzuheben bis zum anderen Ende des Stabes zurück, so daſs dieses vom Südpol des Magnets berührt wird u. s. f. und hebt endlich den armirten Magnet in der Mitte des Stabes wieder ab. Je stärker der streichende Magnet ist, um so weniger Streichungen sind bei übrigens gleichen Umständen nöthig. Ueber Sjösteens Kreisstrich, vergl. Gilbert a. a. O. XVII. 3. S. 325.

7) Der Magnetnadeln bedient man sich theils zur Bestimmung der Weltgegenden, theils um das Vorhandenseyn, die Richtung und die Stärke magnetischer Kraft in anderen Körpern zu prüfen; indem man diese der Magnetnadel nähert und prüft ob die Lage der Nadel dadurch verändert wird. Um sie gegen Luftzug und Feuchtigkeit zu schützen, schlieſst man sie gewöhnlich in mit Glasscheiben bedeckten

Kapseln ein, und verfährt bei ihrer Magnetisirung folgendermaasen: die lange, dünne und schmale aus wohl gehärtetem Stahle verfertigte Nadel, deren Enden keilförmig zugeschärft sind, legt man mit einer Hälfte auf das Nordpolende eines Magnets, mit der anderen auf das Südpolende eines anderen Magnets, zieht dann beide Magnete unter der in der Mitte festgehaltenen Nadel der Länge nach fort, stellt die vorige Lage wieder her und wiederholt diese Art von Streichung so oft, bis sie sich hinreichend magnetisch zeigt. Eine in eine Kapsel verschlossene zweckmässig eingerichtete Magnetnadel heiſst ein Compaſs oder Boussole. Die ersten Seecompasse in Europa, wurden von einem Neapolitaner Favius oder Johann v. Gioja (oder Giova oder n. a. Gira) der im dreizehnten Jahrhunderte lebte verfertigt. Ueber die chinesische Methode die Nadel aufzustellen, vergl. Cavallo a. a. O. S. 91. Ueber Coulombs Methode vergl. Grens Journ. d. Phys. II. 3. S 348.

8) Knight verfertigte künstliche Magnete, aus einem Teige von fein zertheiltem schwarzen (unvollkommenen) Eisenoxyde, Leinöl und Wachs; vergl. Gehlers Wörterb. III. S. 114. 115. Ingenhous lieſs stählerne Röhrchen auf Oel schwimmen; dessen phys. med. Schriften übers. v. Molitor. Wien 1784. I. S. 381. Da wie die Folge zeigen wird, eine vor dem Magnetisiren balancirte (ins Gleichgewicht gebrachte) Nadel, ihr Gleichgewicht nach dem Magnetisiren verliert; so versieht man die Nadel mit einem kleinen messingenen Laufgewichte, welches solange vom Mittelpuncte ab, oder demselben zugeschoben wird, bis das Gleichgewicht der Nadel wieder hergestellt ist.

9) Einigen Physikern u. a. (Cavallo Philosoph. Transact. Vol. LXXVI und LXXVII.) zufolge, soll die magnetische Action durch chemische Erregung und Einwirkung erhöht werden. C. behauptet stärkere Anziehungen zwischen dem Eisen und einem Magnete gesehen zu haben, wenn das Eisen der Einwirkung der Salpeter- oder Schwefelsäure ausgesetzt war. Dies veranlaſste mich es zu versuchen eine Art magnetische Batterie mit Hülfe der Salzsäure zu construiren, ich unterlieſs indeſs einstweilen die Ausführung des Versuchs, da vergleichende Beobachtungen zwischen zwei gleichgrossen Quantitäten Stahlfeile, die auf gleiche Weise in gleichen Gefässen mit Salzsäure von derselben Stärke und Menge begossen waren, bei Anwendung eines guten 5 Pfund ziehenden armirten Magnets zeigten, daſs die chemische Anziehung zwischen Salzsäure und Eisen nicht merklich modificirt werde, und daſs umgekehrt die nicht mit Salzsäure begossene Eisenfeile nicht schwächer auf die freischwebende Magnetnadel wirke, als das mit Salzsäure begossene Eisen. Indeſs verdienen Cavallo's Versuche noch einer sorgfältigeren Wiederholung.

10) Ueber den Einfluſs des Magnetismus auf Uhren, vergl. Varley's Beobacht. und Vorschläge in Voigts Mag. V. I. S. 87. Magnetische Uhren haben eine kleine Magnetnadel zum Zeiger. Ueber den Magnetism der Waagebalken und seinen nachtheiligen Einfluſs auf das Gleichgewicht der Arme einer Waage, vergl. §. 54. N. 7. — Die magnetischen Spielwerke und Kunststücke gründen sich sämmtlich auf die anziehenden und abstossenden Wirkungen des Magnetismus, und auf den Umstand, daſs kein Medium di-

Wirksamkeit des Magnetes isolirt. — Der Ausdruck thierischer Magnetismus bezeichnet ein mit der magnetischen Anziehung nicht zu verwechselndes, im noch tieferen Dunkel liegendes, wenigstens mehr electrisches als magnetisches Phänomen des Nervenverhältnisses lebender höherer Organismen, und gehört für die Physiologie. Das Magnetisiren macht übrigens das Eisen (oder den sonst des Magnetismus fähigen Körper) weder schwerer noch leichter, wie er zuvor war.

B) *Von der Anziehung und Abstossung magnetischer Körper.*

§. 99.

XXV. Versuch. Einem Stückchen Stabeisen z. B. einem eisernen Nagel der auf Quecksilber schwimmt, werde ein natürlicher oder künstlicher Magnet genähert; sind beide Massen gleichbeweglich, so wird das Stabeisen schon in einer Entfernung von 1''', 2''' angezogen, mit einer im Verhältniſs der Abnahme der Entfernung wachsenden Geschwindigkeit. Hebt man den Magnet in die Höhe, so bleibt das Eisen daran hängen, woraus folgt, daſs das Gewicht und somit die Schwere des Eisens durch die magnetische Anziehung aufgehoben worden. Die Stärke mit welcher beide Theile aneinander haften, richtet sich theils nach dem Grade des in dem anziehenden Theile entwickelten Magnetismus, theils nach der Masse des Anzuziehenden, theils auch

nach der Temperatur, nach der Feuchtigkeit und vielleicht auch nach dem electrischen Zustande der Atmosphäre und anderen noch nicht hinlänglich bekannten Ursachen.

1) Die Abänderung dieses Versuchs ist so oft möglich, als man die Lage und die übrigen Verhältnisse des Eisens gegen den Magnet zu ändern vermag, jedoch ohne das Eisen durch zu grosse Beimischungen anderer Stoffe wesentlich zu verändern; vergl. vorig. §. Auch kann man den Magnet als kleinere Masse auf Quecksilber, oder auf ein Brett befestigt auf Wasser schwimmend, durch ein angenähertes Stück Eisen anziehen lassen. Die leichter bewegliche Masse folgt immer der minder beweglichen. Eine schwimmende Magnetnadel, wird sich wie im vorigen Versuch mit der einen Seite nach Norden, mit der anderen nach Süden wenden, und an diesen entgegengesetzten Enden wird sich z. B. Eisenfeile (in Gestalt eines Bartes) am stärksten anhängen, und ein Eisendrath sich senkrecht fallend anhaften, während er sich ohngefähr gegen die Mitte des Magnets platt anlegt. Der den Magnet umgebende Raum, innerhalb welchem er seine Anziehung sichtbarlich äussert, heiſst der magnetische Wirkungskreis.

2) Ein Magnet ist um so stärker, je mehr er trägt, und man kann ihn verstärken, indem man nach und nach das Gewicht des angezogenen Eisens vermehrt, jedoch nur bis auf einen mit seiner Grösse, Masse, qualitativen Güte etc. übereinstimmenden Punct, welchen man den Sättigungspunct des Magnets nennt. Man miſst übrigens die Stärke eines Magnets,

nach der Entfernung in welcher er anzieht, und nach der Last welche er trägt; beide scheinen im gleichem Verhältnisse zu stehen.

3) Nach Coulomb steht die magnetische Anziehung im geraden Verhältnisse seiner Stärke, und im umgekehrten des Quadrats (richtiger des Würfels) der Abstände. Auch will derselbe Physiker gefunden haben, daſs bei einer Magnetnadel die Summe der Kräfte, welche die Nadel oder ihren Theil gegen Süden sollicitirt, genau gleich ist der Summe von Kräften, welche die Nadel oder ihren Theil gegen Norden sollicitirt (welches jedoch nicht vollkommen genau mit der Erfahrung übereinzustimmen scheint), und daſs bei gleichartigen bis zur Sättigung magnetisirten Nadeln, von verschiedenen homologen Dimensionen, sich die Momente der dirigirenden Kräfte verhalten, wie die Würfel der homologen Dimensionen. Die hieher gehörenden Versuche, stellte Coulomb mit seiner magnetischen Waage an; vergl. Grens n. J. d. Pphys. Bd. II. 1795. S. 298. ff.

4) Fig. 13 stelle eine Magnetnadel vor, deren Pole durch N und S bezeichnet sind. Den zwischen beiden Polen befindlichen Mittelpunct, nennt Cavallo den **Mittelpunct des Magnets** (v. a. a. O.), Schelling (Zeitschr. f. die spec. Phys. I. S. 111) richtiger den Indifferenzpunct desselben; der jedoch nicht mit Brugmanns (ejusd. Tentamen phil. de mater. magnet. ejusque actione in ferrum et magnetem. Francf. 1765. Ins deutsche übers. mit Verbesserungen des Verf. von Dr. Eschenbach. Leipz. 1784.) Indifferenzpuncten eines entstehenden Magnets verwechselt werden darf. Streicht man nämlich ein Stück Eisen mit einem Pole eines Magnets, z. B.

so, dafs man in N der obigen Fig. ansetzt und nach S zu streichen fortfährt; so erhält das Eisen am Ansatzpuncte anfänglich den entgegengesetzten Pol des berührenden Pols; indem man aber das Streichen fortsetzt, geht nach und nach dieser erweckte Pol des Eisens in den entgegengesetzten über, und hat man das Ende erreicht, so findet man beide Pole verwechselt. Brugmanns schlofs hieraus, das auf jeder Seite der Mitte im werdenden Magnete ein Punct vorhanden sey, wo der eine Pol in den entgegengesetzten übergeht, und wo mithin beide Polwerthe = o sind. Diese in der obigen Fig. durch x und y bezeichneten nur unter den angeführten Umständen sich bildende Puncte, benannte er auf die angezeigte Weise. Van Swinden (Lichtenbergs Mag. Bd. I. 4. S. 78) fand ausserdem noch, dafs während des Streichens die Stärke des abgekehrten Endes allmählig bis zu einem gewissen Puncte, in welchem sie ihr Maximum erreicht und den S den culminiden Punct des werdenden Magnets nennt, wächst, und dann durch Uebergang in den entgegengesetzten Polwerth eben so schwindet. Sowohl dieser culminirende Punct, als auch die beiden Indifferenzpuncte, hängen rücksichtlich ihrer Lagen, van Swindens Vers. zufolge, nicht nur von der Länge und Dicke, sondern auch von der Härte des Eisens und von der Stärke des streichenden Magnets ab. Coulombs Versuche über die magnetische Intensität jedes Punctes einer Magnetnadel, finden sich in der oben angeführten Abhandlung.

5) Die Stärke der einzelnen (denkbaren) Theile eines Magnets, verhält sich wie ihr Abstand vom Mittelpunct; bezeichnet man die Werthe beider Pole,

(die in steter Entgegensetzung durch den ganzen Magnet herrschen) wenn auch nur zur bequemen Unterscheidung mit + M und — M, so kann man, in sofern das eine M nach dem Nordpol, das andere M nach dem Südpol strebt, einen Magnet als eine Reihe von Potenzen ansehen, die auf der einen Seite des (Schellingschen) Indifferenzpunctes — worin M auf der Potenz o steht — mit positiven, auf der anderen mit negativen Exponenten steigen, und nach Eschenmaier (Vers. die Gesetze magnetischer Erscheinungen aus Sätzen der Naturmethaphysik mithin a priori zu entwickeln. Tübingen 1798. 8.) folgendes Schema geben:

$$M^n \ldots M^3\ M^2\ M^1\ M^0\ M^{-1}\ M^{-2}\ M^{-3} \ldots M^{-n};$$

indeſs gehen noch genügende Versuche ab, welche die Richtigkeit eines so bestimmten arithmetischen Verhältnisses darthun.

6) Jeder künstliche Magnet bietet nur zwei sich selbst entgegengesetzte Hauptanziehungswerthe oder Pole dar; zwischen jedem Pol und dem Indifferenz- oder Ruhepuncte hingegen, befinden sich Webers Beob. zufolge, nach jeder Richtung und Seite zu, unendlich viele kleinere nach der Richtung der Hauptpole zunehmende Polarisirungen. An natürlichen Magneten beobachtet man dagegen öfters drei und mehrere Hauptpole, die durch Verwachsung zweier oder mehrerer natürlichen Magnete entstanden sind, und mithin nicht von einem und demselben Magnete gelten. Jeder Pol ist übrigens in Beziehung auf den anderen different.

7) Schleifft man die Pole des Magnets sehr glatt ab, und befestigt dünne eiserne Platten daran, die

sich unten in einen dickeren hervorstehenden Fuſs endigen, so wird die anziehende Kraft des Magnets bedeutend verstärkt, und die angelegten Platten ziehen jetzt mehr und tragen ein grösseres Gewicht, als der Magnet zuvor selbst. Einen so zugerichteten Magnet nennt man gewaffnet oder armirt, und die ihm angefügten Stücke Eisen: seine Armaturen oder Panzer. Zur bequemeren Ausmittlung der Anziehungsstärke durch Gewichte, dient ein mit seiner platten Seite an die künstlichen Pole oder Füsse des Magnets anschliessender eiserner Stab, der Anker, der in der Mitte mit einem Loche oder Haken zum Anhängen der Gewichte versehen ist. Befestigt man den aufgehängten Magnet an eine grössere Eisenmasse, so wird seine Stärke durch angehängte nach und nach vergrösserte Gewichte (vergl. oben) mehr zunehmen, als es sonst der Fall zu seyn pflegt; ebenso wird die magnetische Wirksamkeit der Stäbe am zweckmässigsten erhalten, wenn man zwei davon oder mehrere nebeneinander liegend so aufbewahrt, daſs ihre gleichnamigen Pole sich berühren, und mit einem Anker geschlossen werden. Knigsts grosse künstliche Magnete oder magnetische Magazine; beschr. von Fothergill in den Philosoph. Transact. Vol. LXV. Soll ein künstlicher Magnet in einem Stücke wie ein armirter wirken, so giebt man dem Stahlstücke vor dem Magnetisiren die Gestalt eines Hufeisens, daher die Benennung magnetische Hufeisen; an denen ebenfalls mittelst eines Ankers die Stärke durch Gewichte bestimmt wird. Streicht man zwei Magnete abwechselnd mit sich selbst, so werden sie dadurch ebenfalls verstärkt.

§. 100.

XXVI. Vers. Aendert man den vorigen Versuch dahin ab, dafs man statt des unmagnetischen Eisens einen kleinen Magnet schwimmend erhält, so bemerkt man bei der Annäherung eines zweiten Magnets, dafs die Anziehung in grösseren Fernen aber mit geringerer Stärke als beim unmagnetischen Eisen statt findet; eine Modification der magnetischen Anziehung, die sich aus dem Umstande erläutern läfst, dafs der Wirkungskreis zweier schon gebildeter Magnete grösser seyn mufs, als derjenige eines bereits fertigen und eines noch (in dem durch die Anziehung erst magnetisch werdenden Eisens) zu erzeugenden; und dafs in zwei fertigen Magneten die gegenseitige Beziehung (Spannung) beider Pole stärker, mithin das Streben zur Massenvereinigung und Unterordnung der sich anschliessenden Masse schwächer entwickelt seyn dürfte, als in der Berührung von einem fertigen und einem zu bildenden Magnete. Stellt man diesen Versuch so an: dafs beide Magnete freischwebend oder schwimmend sich anziehen können, so findet man stets, dafs nur die ungleichnamigen Pole (die daher freundschaftliche Pole Poli amici heisen) sich anziehen, die gleichnamigen hingegen (die feindlichen Pole Poli inimici) sich in den-

selben Verhältnissen nicht blofs meiden oder ruhig verhalten, sonder abstossen.

1) N (Nordpol) und S (Südpol) oder + M und — M ziehen sich an;
N und N oder + M und + M stossen sich ab.
S und S oder — M u. — M stossen einander ab.

2) Hieher gehören eine Menge magnetische Kunststücke und Spielereien. Z. B. die magnetischen Schiffchen, Fische, Enten etc.

3) Schlägt man eine lange Magnetnadel von gehärtetem Stahle, z. B. in der Nähe ihres Nordpols entzwei, so wird man finden, dafs das Bruchende des abgeschlagenen Nordpolstücks unbeschadet des Nordpolwerthes des Nordpols, selbst Südpolwerth hat; oder dafs aus dem einen Magnete zwei geworden sind. Auf gleiche Weise erhält man eben soviel Magnete, als man einen natürlichen oder künstlichen Magnet, in kleinere Stücke zertheilt.

4) Eine genauere Untersuchung der Abstossung gleichnamiger Pole, führt zu dem Schlusse: dafs sowohl dieses wie alles ähnliche Abstossen oder Fliehen, kein wirklich beabsichtigtes Entfernen, auch keine im Inneren der Magnete erweckte repellirende Lagerung der Theile (deren Erfolg doch nur bei unmittelbarer Berührung und nicht in der Ferne eintreten könnte, wenn man nicht ein zurückstossendes immaterielles Fluidum — was als solches an sich selbst ein Widerspruch ist — statuirt) sondern Folge einer besonderen Art der Anziehung ist. Vergl. §. 33. Die Chemie bietet ähnliche Modificationen der Anziehung zwischen zweien oder mehreren Stoffen dar, und bezeichnet die dahin gehörenden

Fälle, durch den Ausdruck disponirende Verwandschaft; vergl. §. 90. N. 1. Indem nämlich zwei gleichnamige Pole zweier Magnete sich gegenüber erscheinen, strebt der eine den anderen anzuziehen, und da er dieses nur bei ungleichartigen Werthe vermag, so bestimmt der eine den anderen, diesen neuen (seinem eigenen bisherigen) entgegengesetzten Werth in sich hervorzurufen, d. i. seine Pole zu vertauschen und umzukehren. Wirklich kommt es auch hiezu, wenn der eine schwächere Magnet dem anderen unbeweglich gegenüber steht; das + M des stärkeren ruft dann an der Stelle des + M des schwächeren ein — M hervor, wodurch nothwendig das ehemalige — M des schwächeren Magnets zu + M wird. Sind hingegen beide Magnete freibeweglich, so werden beide, eine solche gegenseitige Aufforderung zur Verwechselung der Pole erhaltend, eine Art von Drehung beginnen, die nothwendig von Entfernung beider Pole begleitet, eine Hinstellung der ungleichnamigen Pole zum Zwecke hat, und so das Phänomen der eigentlich scheinbaren Abstossung gewährt. Die Assimilationsverhältnisse der Organismen bieten analoge Erscheinungen dar, und der Unterschied zwischen beiden, so wie zwischen der disponirenden chemischen Anziehung besteht vorzüglich darin, daſs wir es bei der magnetischen Abstossung mit einem möglichst einfachen Verhältnisse der Art, bei den übrigen mit mehr zusammengesetzten Kräften zu thun haben; sehr häufig scheint uns aber die Natur dort am geheimniſsvollsten und dunkelsten, wo sie wirklich am wenigsten verhüllt ist, und wo sie ihrer Kräfte Tausch in möglichster Einfachheit zu Tage legt; hingegen um so klarer, je verwickelter

ihre Operationen sind, je mehr sie z. B. bei den Organismen an reingeistigen (uns selbst also verwandteren) Thätigkeiten streift. — Deutlicher wird sich unserer Nachforschung das ganze magnetische Verhältnifs und somit auch das Phänomen der Abstossung entwickeln, wenn wir das worauf alle bisherigen Untersuchungen dieses Cap. und der Schlufs des vorigen deuteten, als einfaches Grundgesetz auszusprechen versuchen.

C) *Von der magnetischen Vertheilung und von dem Vermögen der Körper den Magnetismus zu leiten.*

§. 101.

Jeder Körper der von einem Magnete berührt wird, oder überhaupt auch nur in seinem Wirkungskreise sich befindet, wird selbst zum Magnete; d. h. erleidet eine Steigerung seiner inneren Thätigkeit nach entgegengesetzter linearischer Richtung, beide Polwerthe des berührenden Magnets mehr oder minder gelungen in jedem seiner denkbaren Theile ausbildend. Wir unterscheiden dabei vorzüglich zwei Arten des Magnetischwerdens, d. h. der Bildung innerer Entgegengesetztheit (oder Polarität); nämlich 1) diejenige welche nur solange stattfindet als die Berührung des ursprünglichen Magnets währt, und die bei allen Körpern ohne Ausnahme vorgefunden wird; wir nennen sie die Leitung der Körper für den Magnetismus. Sie

ist bisherigen Erfahrungen gemäſs bei allen Körpern gleich stark; d. h. der Magnet erstreckt seine Wirkungen im oben angegebenen räumlichen Verhältniſs unausgesetzt, der Zwischenraum mag erfüllt seyn womit er will; m. a. W. für den Magnetismus giebt es keinen Isolator. 2) diejenige welche auch nach der Entfernung des ursprünglichen Magnets noch fortdauert, und die von ihr getroffenen Körper in selbstständige Magnete umwandelt; vergl. A dieses Cap. Zu den untergeordneten Arten gehören alle Phänomene, wo die Polarisirung anderen Thätigkeitsverhältnissen hineingebildet worden, und ihnen so einen mehr oder minder magnetischen Werth ertheilt hat.

1) Die Folge unserer Untersuchungen wird uns vorzüglich bei den electrischen und chemischen Erscheinungen, deutliche Nachweisungen, nicht bloſs des (in einem und demselben Theile gegebenen) magnetischen Gegensatzes, sondern auch dessen Entwickelung nach linerarischer Richtung, vorführen; Verhältnisse die füglich durch die Benennungen electrischer chemischer etc. Magnet passend bezeichnet werden können. Rücksichtlich der bisherigen Untersuchungen verdienen hier vorzüglich die Phänomene der Adhäsion und Cohärenz angezogen zu werden. Denken wir uns 'das magnetische Grundverhältniſs der Cohäsion (Kugel - oder Tropfenbildung) eingebildet, so geht daraus für das Werdende, für die Anziehung die Adhäsion, für das Gewordene, für das bereits Ange-

zogene die Cohärenz hervor; auf welche Weise dieses geschieht, zeigt theils schon das vorhergehende jetzt faſslichere Cap., kann aber seinem grösseren Theile nach erst bei den Untersuchungen der Bildung und Gestaltung der Materie, bei der Krystallisation, Kugeln- Zellen- Faser-Bildung etc. vollständiger erläutert werden.

§. 102.

Jeder wirksame Magnet theilt also in seiner Umgebung nichts von seiner Polkraft mit (verliert nichts weder an Kraft noch an Stoff), sondern bewirkt bloſs, daſs in dieser Umgebung aus eigenem Vermögen ein Zustand entwickelt werde, der dem seinigen (seinem magnetischen Werthe) mehr oder minder entspricht; jedoch so, daſs stets der ungleichnamige Pol seines gegenüberstehenden Pols hervorgerufen wird. Man nennt dieses merkwürdige, dem Wesen nach in allen Körperphänomenen wiederkehrende, und sich hier nur durch die Art der Thätigkeitsrichtung als magnetisches characterisirende Grundverhältniſs, die magnetische Vertheilung.

1) Nur der Form nach sind die übrigen Vertheilungen in der Natur von der magnetischen unterschieden, bei jenen ist sie zusammengesetzter, bei dieser mehr einfach. Zu den ersteren gehöret fast alle Bildung und Zeugung in der Natur, zur lezteren zum Theil noch die später zu berührende electrische Vertheilung.

2) N in Fig. 15 sey der Nordpol einer Magnetnadel; so erhält z. B. das diesem Pole gegenüber vorhandene Eisen, an diesem Ende nicht auch Nord- sondern Südpolarität, und der neue Nordpol des Eisens erscheint am abgekehrten entgegengesetzten Ende, aber gleichzeitig mit dem Südpole. Zerbrechen wir einen natürlichen Magnet (oder auch einen künstlichen) in kleinere Stücke, so wird jedes Stückchen im Momente des Zerbrechens durch die magnetische Vertheilung zum neuen kleineren Magnete. Der Bart angezogener Eisenfeile besteht aus einer Menge kleiner Magnete, die durch Vertheilung geworden, mit ihren ungleichnamigen Polen aneinander hängen.

3) Ritter will mittelst einer aus mehreren Magneten bestehenden magnetischen Batterie electrische Wirkungen (auf das Electrometer) hervorgebracht haben; die indeſs nicht sowohl als eingetretene Modification der magnetischen Anziehung, sondern vielmehr dadurch entstanden seyn dürften, daſs die gehäuften entgegengesetzten Pole, in einer solchen Reihe nach und nach den electrischen Werth verschiedengearteter Metalle annahmen, worüber vollständigere Versuche entscheiden müssen.

D) *Vom Verhältniſs der Magnete zur Erde.*

§. 103.

Alle Magnete stellen sich freischwebend (vergl. A) nach den Weltgegenden, Norden und Süden; jedoch nicht genau, sondern östlich oder westlich aus der Ebene des Meridians um einen Winkel abweichend, den man die Abweichung,

Variation oder Declination der Magnetnadel (Declinatio s. Variatio acus magneticae) nennt. Ein in dieser Richtung der Magnetnadel um die Erde zu ziehender gröſste Kreis heiſst der magnetische Meridian, und die beiden entgegengesetzten Puncte, in welchen sich die magnetischen Meridiane aller Erdenorte durchschneiden, nennt man die magnetischen Pole der Erde, deren nördlicher nach Biots und v. Humboldts Bestimmungen in 79° 1′ 41″ nördl. Breite, und 30° 2′ 5″ westl. Länge von Paris fällt; woraus sich dann der magnetische Erdaequator, als der von beiden Polen am weitesten abstehende Theilungskreis der Erde ergiebt.

1) Die Abweichung der Magnetnadel ist 1) an den verschiedenen Orten der Erde verschieden. An Stellen wo die Richtung der Axe der Nadel mit dem Meridiane des Ortes parallel ist, fehlt die Abweichung ganz; eine solche Linie wo die Magnetnadel nicht variirt, geht vom südlichen Theile des grossen indischen Meeres und Neuholland, durch die philippinischen Inseln, durch das südliche China und wahrscheinlich bis ins Eismeer zwischen Nova Zembla und Spitzbergen. Eine andere Linie der Art, durchschneidet das äthiopische Meer und einen Theil des atlantischen und geht, bei dem Cap St. Augustin in Brasilien und den Bermudischen Inseln vorbei, endlich in die nordamerikanischen Länder. Von dieser lezteren Linie an, ist nach den östlichen Erdgegenden zu

(mithin auch in ganz Europa, in Afrika, im östlichen Theile von Nordamerika und im südlichen von Westasien) die Abweichung westlich. Von jeder Linie an nimmt die Abweichung immer mehr zu, bis im Ocean westwärts von Groſsbrittanien, und ostwärts vom Vorgebirg der guten Hoffnung, wo sie 1770 am gröſsten nämlich 25° war. Von hier an nimmt die Abweichung je weiter nach Osten wieder allmählig ab, und verliert sich endlich an der ersten oben erwähnten Linie ohne Abweichung ganz. Von dieser Linie an ostwärts wird die Abweichung östlich, nach und nach zunehmend, unterhalb der südlichen Spitze von Nordamerika die gröſste östliche Abweichung von 25° erreichend. Die östliche Abweichung nimmt nun von hier an wieder ab, und verliert sich endlich auf der angegebenen zweiten Linie ohne Abweichung ganz. Vergl. Berliner astron. Jahrb. für 1779. Gilberts Annal. Bd. IV. S. 297, XX. 3. S. 259. Jahrg. 1808. 9 u. 10 St. Jahrg. 1809. 2 Bd. 1 St. S. 77 etc. Erxlebens Anfangsgr. d. Naturl. 6te Aufl. §. 707—710.

2) Diese Abweichung ist aber 2) an ein und demselben Orte nicht zu allen Zeiten dieselbe, sondern veränderlich (Variatio declinationis). Im Jahr 1580 war sie in Paris 11°30′ östlich, 1640 noch 3°0 östl., 1666 fehlte sie ganz. 1670 war sie ebendas. um 1°30′ westlich, 1700 um 8°12′ westl. 1772 um 19°51′ westl. 1783 um 21°4′ westl. und jetzt scheint die westliche Abweichung wieder abzunehmen. Endlich ist auch 3) Cassini's (1667—1691) Beob. zufolge (Journ. d. Phys. Bd. VII. S. 418 u. Bd. VIII. S. 433 ff.) die Abweichung an einem und demselben Orte, selbst noch täglichen periodischen Veränderungen (magneti-

schen Schwingungen Oscillation. acus magnet.) unterworfen, die nicht sowohl, wie CANTON meint, von der täglichen und jährlichen Aenderung der Wärme, sondern wahrscheinlich von der grösseren Periode der Abweichung (oben) abhängen, und nach v. HUMBOLDTS im span. Amerika angestellten Beob., täglich regelmässig viermal ab- und zunehmen, und so gleichsam vier (durch verschiedene Ursachen störbare) magnetische Ebben und Fluthen bilden. Vergl. GEHLENS n. Journ. d. Chem. V. 2. S. 242. J. MACDONALD in GILBERTS Annal. III. I. S. 121. G. GABR. HÄLLSTROEM resp. SNELLMANN de variationibus declinationis magneticae diurnis. Aboae 1803. Vergl. GILBERTS Annal. XIX. 3. S. 282. Abweichungskarten sind stets nur für einige Jahre brauchbar; eine der besten ist die des HALLEY, welche nach den zu Anfang des 18. Jahrh. gemachten Beob. verfertigt wurden.

3) Die mit Hülfe der Abweichungscompasse (Declinatoria) und Azimuthalcompasse auszumittelnde genaue Kenntniſs des Abweichungswinkels für einen gegebenen Ort, begründet die Möglichkeit, aus der Richtung der Magnetnadel die wahren Weltgegenden aufzufinden. Vergl. G. F. BRANDER Beschreib eines magnet. Declinatorii u. Inclinatorii. Augsb. 1779. 8.

4) Zur Erläuterung des Gebrauchs der Schiffscompasse möge folgendes Beispiel dienen: gesetzt ein von einem gegebenen Orte auslaufendes Schiff, soll nach einem anderen Orte, der jenem genau gegen Westen liegt hinseegeln; so muſs es der Steuermann so regieren, daſs der Lauf desselben mit der Richtung des Magnets stets rechte Winkel bildet, indem er den Nordpol der Magnetnadel seines Compasses an der rechten Seite des Schiffes, und mithin den

Südpol an der linken Seite desselben behält; denn indem die Nadel gegen Norden und Süden liegt, so ist die Richtung Ost und West (als der beabsichtigte Lauf des Schiffes) gerade senkrecht auf dieselbe. Auf ähnliche Weise läſst sich nun auch leicht bestimmen, wie das Schiff steuern muſs, wenn es in einer anderen Richtung fortgehen soll.

4) Will. Gilbert (in seinem trefflichen Werke: de magnete magneticisque corporibus et de magno magnete tellure physiologia nova. Lond. 1600 Fol.) gab den Magneten eine Kugelform, bezeichnete ihre Oberfläche mit den Polen, dem Aequator, dem Meridianen etc. und nannte diese zur anschaulicheren Vergleichung mit der Erde gewählten Vorrichtungen Terrellen.

§. 104.

XXVII. Versuch. Eine genau gearbeitete (vor dem Streichen vollkommen wagerecht auf der Spitze schwebende) Magnetnadel, werde, in die Ebene des magnetischen Meridians gestellt, so aufgehängt, daſs sie sich in einer verticalen Ebene um ihren Mittelpunct drehen kann; sie wird sich unter einem gewissen Winkel gegen die Ebene des Horizonts neigen, der ebenfalls an verschiedenen Orten der Erde verschieden ist, nnd den man die Neigung oder Inclination der Magnetnadel (Inclinatio acus magneticae) nennt.

1) Die beste Vorrichtung zu diesem Versuch ist in dem Neigungscompaſs oder in der sogenannten

Neigungsnadel gegeben, wo die Nadel mit Zapfen versehen ist, an welchen sie in der Mitte eines Ringes hängt. Die Nadel muſs im magnet. Meridiane liegen, weil ausserdem, wenn ihre Axe nicht darin ist, die Neigungen grösser sind, und wenn sie jenen Meridian gar rechtwinklicht durchschneidet, sie völlig senkrecht steht. — Gute Inclanationsnadeln gehören zu den Seltenheiten; v. Humboldt benutzte neuerlichst eine solche, um die Stärke der magnetischen Erdanziehung an verschiedenen Orten der Erde zu bestimmen. Saussure's Magnetometer, ein leichtes Pendel mit einer kleinen eisernen Kugel am unteren Ende, zu ähnlichen Bestimmungen von ihm angewendet (Voyage dans les alpes. I. Neufchatel 1779. 4. p. 375 II. Geneve 1786. p. 343) gehört auch hieher. — Nach Coulomb verhält sich die Kraft, welche erfordert wird, um eine Magnetnadel in irgend einer Entfernung von ihrem Meridiane zu erhalten, genau nach dem Sinus des Winkels, welchen die Richtung der Nadel mit ihrem Meridiane macht; vergl. Grens Journ. d. Phys. II. 3. S. 298. Ueber Vasalli's Magnete ohne Abweichung und Neigung (die jedoch beider Veränderlichkeit wegen stets unvollkommen sind), vergl. Gilberts Annal. III. 1. S. 116.

2) Unter dem magnet. Aequator ist die Neigung der Nadel = 0, unter den magnet. Polen der Erde = 90°. Nördlich vom magnet. Aequator, also auf dem gröſsten Theile der nördl. Erdhalbkugel, neigt sich der Nordpol der Magnetnadel (der, wenn diese Neigung wie überhaupt Erfolg der Anziehung des ungleicharmigen Pols der Erde ist, eigentlich Südpol der Nadel, und ihr Südpol Nordpol heis-

sen sollte), und südwärts von demselben ihr Südpol, ebenfalls nach dem Verhältniſs der Breite des Ortes hierin zunehmend. Im Jahr 1776 betrug die Neigung des Nordpols der Nadel unter dem Horizont, 5° 2′ nördl. Breite und 20° 10′ westl. Länge: 37° 25′; unter 24° 24′ nördl. Breite und 18° 11′ westl. Länge: 59° 0′; unter 44° 5 nördl. Breite und 8° 10′ westl. Länge: 71° 34′; unter 0° 3′ südl. Breite und 27° 38′ westl. Länge: 30° 3′; unter 45° 47′ südl. Breite und 166° 18′ östl. Länge, betrug im Jahr 1773 die Neigung des Südpols der Nadel unter dem Horizont 70° 5′. Vergl. Cavallo a. a. O.

3) Die Neigung der Nadel ändert sich ebenfalls an einem und demselben Orte, und wie es scheint periodisch, jedoch minder merklich, als die Abweichung. Im Jahr 1576 stand in London der Nordpol der Neigungsnadel 71° 50′ unter dem Horizont, und im Jahr 1775 erst bei 72° 3′; es hatte sich also (wenn anders die Beobachtungen richtig sind) die Neigung in fast 200 Jahren kaum um einen Viertelsgrad geändert. Vergl. Cavallo a. a. O. — Ritters starker Hufeisenmagnet (von Steinhäuser verfertigt) verlor einst von selbst ein grosses Anhängegewicht, und muſste eine Zeit hindurch mit kleineren Gewichten beschwert werden.

4) Hebt man eine, in der Ebene des magnetischen Meridians frei schwebende, unter den Horizont geneigte Nadel, gelinde in die Höhe, so daſs sie in derselben Lage bleibt, so sinkt sie vermöge ihres Neigungsverhältnisses wieder zurück, geht aber mit dem sinkenden Ende der Trägheit zufolge, über ihre vormalige Lage nach unten zu hinaus, steigt wieder und vermöge der Trägheit nach oben zu über den

Neigungswinkel, und erhält sich so, gleich einem Pendel, eine Zeit hindurch in Schwingung; und zwar um so lebhafter schwingend, je grösser die Intensität ihrer magnetischen Anziehung zur Erde ist. v. Humboldt fand, dafs eine Nadel die auf angezeigte Weise in Paris innerhalb 10 Minuten 245 Schwingungen machte, in Peru in gleicher Zeit nur 211 mal oscillirte. Vergl. Gilberts Annal. XX. 3. S. 261. Jedoch fanden Biot und Gay-Lussac bei ihrer Luftreise (Gilbert a. a. O. XX. I. S. 24), dafs sich die Neigung der Nadel in einer Höhe von 1982 Toisen nicht änderte.

§. 105.

Sowohl die Stellung der Nadel überhaupt, als vorzüglich auch die Phänomene ihrer Abweichung und Neigung zeigen, dafs der Grund dieser Erscheinungen in einem mächtig entwickelten magnetischen Verhältnisse des Inneren der Erde su suchen sey. Daher die schon von älteren Physikern aufgestellte Hypothese, eines in der Erde vorhandenen grossen Magnets, die wenigstens als Bild dazu dienen kann, jene Phänomene anschaulicher zu machen. Aber nicht blofs jene Phänomene, sondern überhaupt jeglicher Ausdruck magnetischer Kraft, scheint nur Folge von der magnetischen Erregung der Erde, zu seyn. Die selbstständig magnetischen Substanzen, das Eisen etc. sind daher als eben soviele Massen anzusehen, die in ihrer eigenthümliche Natur,

Mischung und Bildungsmoment in einer Einfachheit gehalten sind, welche die magnetische Erregung der Erde am ungetrübtesten zuläfst; bei allen übrigen Erdindividuen (die als eben soviele Ausbildungsmomente der Erde zu betrachten sind) geräth jenes Verhältnifs mit anderen Kräften der Natur mehr oder weniger in Streit, und die als Erfolge eintretenden Phänomene dieser Erdindividuen, erscheinen im gleichen Maase mehr verwickelt, minder rein magnetisch; wie hierüber die Geschichte der Erde nähere Auskunft giebt, von der wir in der Folge einige der wichtigeren Momente berühren werden.

1) Der lezte Grund des Magnetismus kann aber nicht in der Erde, als Erde, sondern er mufs wohl in einem noch gemeinsameren Verhältnisse gesucht werden, wobei man sich zunächst an die Planetennatur und deren Gegensatz zur Sonne zu wenden hat, und endlich an die Nachweisung der Möglichkeit eines Gegensatzes überhaupt appelliren mufs. Eine Aufgabe deren Lösung in der speculativen Physik bisher mit mehr oder weniger Glück versucht wurde. Vergl. §. 2. N. 3. §. 3. N. 1. etc. §. 20 u. 21. §. 25—27. Schelling in s. Weltseele. 3te Aufl. vorhergehende Abhdl. und s. Zeitschrift für specul. Phys. I. Bd. S. 100.

2) Zu den verunglückten Hypothesen über das Wesen des Magnetismus und über den Grad seiner Phänomene gehören, de Cartes Wirbel spiralförmig gewunden, und Schraubengänge im Magnet (Princip. philos. IV. §. 113 etc.); Eulers Kanäle mit Klappen,

welche seinen hypothetisch angenommenen Aether nur in einer Richtung durchlassen (Opusc. III. Berol. 1751. 4.); die magnetische (elastische) Flüssigkeit des Aepinus, die nur vom Eisen und ähnlichen Stoffen angezogen werde, alle andere hingegen ohne Anziehung durchströhmen lasse (Sermo academ. de similitudine vis electr. et magneticae. Petropol. 1708; ins Deutsche übers. mit einer Abh. vom Turmaline begleitet. Grätz 1771. Ejusd. Tentamen theoriae electr. et magnetismi. Petrop. 1759. 4.); Kirwanns Ideen über den Magnetismus (vergl. Gilberts Annal. VI. 4. S. 391); Edm. Halley's Vermuthung, dafs die Erdkugel ein Magnet mit vier Polen sey, zur Erklärung der Abweichung und Neigung (Philos. transact. N. 195. p. 563. Gehlers Wörterb. I. S. 24); die Annahme einer magnetischen Materie überhaupt u. m. a.

3) Einstweilen sey es hinreichend, statt einer zur Zeit noch nicht möglichen vollständigen Theorie des Magnetismus, an einige Verhältnisse zu erinnern, die einer künftigen Theorie zum Vorläufer dienen können. Dahin gehört der schon berührte Verkehr zwischen Cohärenz und Magnetismus; Eisen, Nickel, Kobald, Manganes, Chrom und zum Theil auch Uran gehören zu den cohärentesten Metallen und sind zugleich diejenigen, welche am vollkommensten des Magnetismus fähig sind; der Demant ist ebenfalls magnetisch, und alles was die Cohärenz schwächt, schwächt auch den Magnetismus: z. B. die Wärme, die Verbindung der Metalle mit Arsenik (der den Magnetismus ganz aufhebt), die Oxydation z. B. Rost, die Verbindung der noch etwas magnetischen unvollkommenen Oxyde mit Säuren (das grüne schwe-

felsaure Eisen folgt noch dem Magnet), starke Erschütterung und öfteres Fallen auf harten Boden etc. Vergl. Ritters phys. chem. Abh. I. 6 S. 160—193. Ausserdem schwächen den Magnet die Ruhe (Mangel an Erregung), die zu anhaltende Berührung gleich starker gleichnamiger Pole (vergl. oben), zu weit getriebene Härtung, so daſs z. B. der Stahl sehr spröde wird; hingegen wird die Fähigkeit eiserner Dräthe für den Magnetismus durch Drehen erhöht (Coulomb in den Mem. de l'acad. de Paris. 1784. p. 266. v. Arnim in Gilberts Annal. VIII. 1. S. 99), diejenige des metallischen Eisens überhaupt durch Aufnahme von Kohlenstoff (im Stahl, vergl. über den Gegensatz des Kohlenstoffs und Sauerstoffs im Magnet: in v. Arnims Ideen zu einer Theorie des Magneten, Gilberts Annal. III. 1. S. 48). Aller Beachtung werth sind in dieser Rücksicht auch Steffens Versuche: Stickstoff und Kohlenstoff als Repräsentanten des Magnetism im chemischen Processe, geltend zu machen; vergl. dessen Beiträge zur inneren Naturgeschichte der Erde. Freiberg 1801; das Verhältniſs des Wasserstoffs zu den Metallen (Kastners Beiträge I. Bd. S. 174 etc. II. Bd.); die Versuche des Duc d'Ayen (vergl. Kastner a. a. O. I. S. 175) über Salzsäure und Eisen; das Verhältniſs des Eisens zu den übrigen Metallen, rücksichtlich seiner Fähigkeit sich mit Sauerstoff zu verbinden; das geognostische Verhältniſs des Eisens (sein häufiges Vorkommen in nördlicheren Gegenden der Erde) und anderer Metalle (Kastners Beiträge I. Bd. S. 149 etc.); und so fern der Krystallisationsproceſs wenigstens zum Theil durch magnetische Verhältnisse veranlaſst wird; die Bildung der Gebirgsmassen, die grössere Festigkeit

ruhig erfolgter Krystallisationen, im Gegensatz der während ihrer Bildung von aussen gestörten u. m. a. Bemerkungen.

4) Eines der beachtungswerthesten Verhältnisse des Magnetismus ist das zur Electricität und zu electrischen Phänomenen aller Art. Schon Cotte (Cavallo a. a. O.) bemerkte, dafs vor Erdbeben und vulcanischen Ausbrüchen „die Magnetnadel oft höchst ausserordentlichen Bewegungen unterworfen sey"; dafs vor und nach der Erscheinung von Nordlichtern die Nadel beunruhiget werde, und gegen Mittag (unter diesen und ähnlichen Umständen) ihre Abweichung grösser sey, als zu anderen Zeiten; die wahrscheinlichen Störungen des Erdmagnetismus durch Nordlichter, das Verhältnifs der periodischen Veränderung der Neigung und Abweichung der Nadel, zu denen wie es scheint ebenfalls periodischen Erscheinungen der Nordlichter, Feuerkugeln etc.; die Beobachtung, dafs die Explosionen der Feuerkugeln und die Blitze der Gewitter häufig genau in der Richtung des magnetischzn Meridians geschehen; dafs Eisen (und etwas Nickel, Chrom etc.) die Hauptmasse der Meteorsterne bildet etc., vergl Ritter a. a. O. III. Bd. S. 164—186 und 187—216 gehören hieher.

5) Ueber die von einem Engländer vorgegebene einmalige Umdrehung einer Magnetkugel um ihre Achse, während sie einmal um die Erde (nach der Richtung der Breite herumgeführt wird; über v. Humboldts Parallelismus der Gebirgslager; über eine neue, nicht geradezu electrisch zu nennende, Polarität der Erde; über Ritters aus Gay-Lusacs Beobachtungen gefolgerte Vermuthung, „dafs sich der

Erdmagnetismus bis zum Monde erstrecke, und die Geschichte der Veränderungen des Erdmagnetismus, zulezt nichts als die des Resultates des Eingreifens, gleicher, weit sich ausbreitenden Magnetismen der übrigen Weltkörper, zunächst des Mondes und der Sonne, seyn könne, vergl. Ritter a. a. O. S. 313 u. s. f. und Voigts Magaz. Bd. VIII. S. 508—522.

V. CAPITEL.

VON DER ELECTRICITÄT.

A) Von der Erregung des electrischen Verhältnisses.

§. 106.

XXVIII. Vers. Ein Stück Bernstein (oder statt dessen: feines Siegellack, Schwefel, Seide, Harz, Glas) werde einige Zeit hindurch (gegen wollenes Tuch) gerieben: es wird leichten Körperchen z. B. Papierschnitzel, Bärlappsaamen etc. auf einige Linien genähert, anziehen und nach einiger Zeit wiederum abstossen. Dieser electrische Zustand des Bernsteins wird einige Zeit hindurch fortdauern; allmählig schwächer werden, endlich aufhören, und um nun wieder einzutreten einer neuen Reibung des Bernsteins bedürfen.

1) Schon Thales soll diese Erscheinung gekannt haben. Bestimmt gedenkt Theophrastus Eresius (περι λιϑων c. 53. 300 Jahre vor Christi Geb.) der-

selben, sowohl bei dem Bernstein (Ηλεκτρον, Electrum, Succinum) als auch bei dem Lynkurer (den WATSON für den Turmalin oder edlen Schörl, andere für den Hiazynth der Mineralogen halten); und ausserdem kommt sie bei PLINIUS (Hist. natur. XXXVII. 3.), STRABO (Geogr. L. XV. T. II. p. 1029. ed. Almclov.), DIOSCORIDES (L. II. C. 100.) und PLUTARCH (Sympos. I. 7) vor. Auch soll sie an dem geriebenen Gagat schon sehr frühe gekannt gewesen seyn; jedoch wurde die Kenntniſs derselben bis auf WILL. GILBERT (a. a O.) wenig oder gar nicht erweitert, der den electrischen Zustand am Glase, Schwefel, Siegellack nnd an den meisten Edelsteinen, als durch Reibung erweckbar nachwieſs. Vergl. PRIESTLEY's Geschichte der Electricität, ins Deutsche übers. Berlin u. Stralsund 1772. 4. und FISCHERS Geschichte der Physik. Die griechische Benennung des Bernsteins, soll zu dem Namen Electricität die erste Veranlassung gegeben haben. Ausserdem nannten die Alten auch ein besonderes Gemisch aus Gold und Silber Electrum; vergl. PLINIUS a. a. O. L. XXXIII. C. IV.

2) Die Hervorrufung der Electricität in und an den Körpern, ist so mannichfach als es die Umstände sind, unter denen überhaupt die Körper zur Wirkung nach aussen bestimmt worden; und unter denen sie mehr oder weniger Veränderung ihrer selbst erleiden. Die allgemeinste Bedingung unter denen electricitätsfähige Körper electrisch werden, ist die Reibung, und zwar in dem Maase wie sie drückend und erschütternd erfolgt, während eine regelmässige sanfte Reibung oder statt dessen blosser Druck, nur von geringem Erfolge begleitet ist; ausserdem werden solche

Körper electrisch durch Stofs, anhaltende genaue Berührung mit anderen gleichartigen Stoffen, Erwärmung, Schmelzung, Verdampfung und Verflüchtigung aller Art, Pulvern, plötzliche Verdünnung z. B. expansibeler Flüssigkeiten, Erkältung, Mischung und Entmischung, vorzüglich beim Verbrennen, bei der Auflösung von Metallen (z. B. Eisen) in Säuren, bei der Salzbildung etc.; bei der natürlichen Bewegung thierischer und vegetabilischer Säfte und anderer Flüssigkeiten, so wie überhaupt bei den organischen Lebensprocessen; ferner bei der Bewegung der auf Quecksilber schwimmenden Bernsteinsäure, Benzoessäure und des Kampfers; bei Hinleitung starker Luftströme auf andere Substanzen, bei der Bewegung der Luftschichten und Wolken etc.

3) Schmidt (in seiner merkwürdigen Schrift: Vom Zitterstoff [Electrogen] und seine Wirkungen in der Natur. Breslau I. u. III. Thl. 1803—1805. 8.) will an dem (meistentheils rothen) electrisch überladenen Gewölke eine Streifen bildende, strömende Bewegung bemerkt haben, die in allen electrischen Körpern in verschiedenem Grade gegeben seyn soll. Da der Ausdruck: Electricität nur eine bestimmte Qualität der Körper bezeichne, so schlägt S. vor, dort wo man von der Electricität als von einer eigenthümlichen Materie spricht, Zitterstoff statt Electricität zu sagen und leztere Benennung blofs zur Bezeichung der Zustände und Qualitäten anzuwenden, welche durch den Zitterstoff oder sogenannte electrische Fluidum hervorgerufen werden. Indefs kann diesem Vorschlage nur dann erst Beifall

gegeben werden, wenn S's. Zitterstoff aufhört blofs hypothetisch zu existiren.

4) Eine Menge von Phänomenen, welche theils unsere Sinnesorgane auf eine eigenthümliche Weise afficiren, theils eben so besondere Wirkungen auf andere Substanzen, die mit den das Phänomen gewährenden Körpern in Berührung gesetzt sind, ausüben, machen für uns electrische Verhältnifs wahrnehmbar, und werden insgesammt unter der Benennung electrische Erscheinungen begriffen. Ohnerachtet sie mit fast allen übrigen Naturthätigkeiten in Beziehung stehen, und mit mancher derselben, z. B. mit dem Magnetismus, grosse Aehnlichkeit und lebhaften Verkehr haben; so sind sie doch eigenthümlich genug, um von diesen gehörig unterschieden werden zu können; und bei aller Verschiedenheit die unter ihnen selbst statt findet, kommen sie doch darin überein, dafs sie als Erfolge der Flächenwirkung der Körper hervorgehen, und mithin die Electricität überhaupt als Flächenphänomen auffassen lassen.

5) Hat man in dem obigen Vers. anstatt des Bernsteins einen Glascylinder oder eine Glasscheibe durch Reiben electrisirt, so bemerkt man ausser denen dort angeführten Phänomen noch folgende: das der Scheibe genäherte Gesicht erhält eine ähnliche Empfindung als diejenige ist, welche Spinnweben verursachen würden, die man öfters übers Gesicht zieht; die Kopfhaare bewegen sich gegen die Scheibe, und zugleich bemerkt man einen eigenthümlichen Phosphor (oder vielmehr dem braunen Wallfischthrane) ähnlichen Geruch, und nähert man der Röhre oder Scheibe den Knöchel eines Fingers, so entwickelt sich plötzlich mit Geräusch ein Funke (Scintilla electrica, zuerst von

O. v. Guerike. — Experiment. Magdeburg etc. Amst. 1772. Fol. L. IV. Cap. 15. — beobachtet), der gleichzeitig in dem Finger ein brennendes Stechen verursacht.

B) Von der Leitung und Isolation der Electricität.

§. 107.

Nähert man im vorigem Versuche dem durch Reibung hinreichend electrisirten Glascylinder, einen starken vollkommen abgerundeten Metalldrath, der entweder auf gläsernen Füssen ruht, oder in seidenen Schnüren hängt; so bricht bei gehöriger Annäherung ein noch stärkerer Funke hervor, als der in N. 5. des vorigen §. bemerkte und das Metall ist electrisirt, und bleibt es eine Zeit hindurch, oder vielmehr so lange, als seine nächste Umgebung noch isolirt; verliert hingegen augenblicklich seine Electricität, wenn es von leitenden Körpern berührt wird. Nähert man dem geriebenen Glascylinder statt des Metalls eine Glasröhre, oder Seide, Schwefel etc. so erfolgt kein Funke, und die Röhre bleibt unelectrisirt. Um sowohl diese als auch die meisten der folgenden Versuche mit Leichtigkeit, in kurzer Zeit und mit der gehörigen Stärke anzustellen, entwickelt man die Electricität zweckmässig mit gut eingerichteten Electrisirmaschinen.

1) Befindet sich Seide, Glas etc. als Zwischenlage zwischen dem Metalle und dem electrischen Glascylinder, so wird das Metall electrisirt, und ruhet das Metall nicht auf Glas oder in Seide (Siegellack etc.) sondern statt dessen in der Hand eines mit der Erde in Berührung stehenden Menschen, oder in einer die Erde berührenden Mauer etc.; so zeigt sich das Metall nach Ausbruch des Funkens zwischen ihm und dem electr. Glascylinder nicht selbst electrisch. Auch wird das Metall keinesweges durch Reiben mit Wolle etc. nicht selbst electrisch, und vermag gerieben noch weniger andere damit in Berührung gebrachte Körper zu electrisiren. Es folgt aus diesen Erscheinungen, daſs das Metall, die Erde, der Mensch etc. von electrisirten Körpern zu einem ähnlichen Zustande erregt werden, oder wie man sich in der physischen Kunstsprache ausdrückt — leiten, während die Seide, Glas etc. die Fortsetzung uud Uebertragung jenes Verhältnisses, auf andere Körper, und auf sich selbst hemmen, unterbrechen, oder isoliren. Dem zufolge theilt man alle Substanzen in Leiter (Conductores) und Nichtleiter (non conductores, Isolatoren). Sofern die ersteren durch das Leiten zeigen, daſs jenes Verhältniſs erst in ihnen aufgeregt werden muſs, sie selbst aber durch blosses Reiben wenigstens in keinem bedeutenden Grade dazu gelangen, die anderen hingegen, durch das Nichtleiten zeigen, daſs sie jener Aufregung durch bereits electrisirte Körper nicht bedürfen, und durch blosses Reiben etc. in jenen Zustand versetzt werden können; — hat man die Leiter auch unelectrische (anelectrica) und die Isolatoren eigentlich electrische, oder ansich-electrische Körper (Corpora electrica oder

idioelectrica) genannt. Diese Eintheilung ist jedoch nicht vollkommen passend, und ihre Bedeutung überhaupt relativ. Auch kennt man keinen Körper, der vollkommen und durchaus isolirte, so wie auch keinen absoluten Leiter. Mehrere isolirte Substanzen werden unter gewissen oftmals zufälligen Umständen, z. B. durch Feuchtigkeit, zu Leitern, und mehrere sind in gleichem Maase Leiter und Nichtleiter zugleich; man nennt diefs uneigentlich Halbleiter z. B. trocknes kaltes Holz, trockner Marmor etc. Folgende unter ihnen gehen durch scharfes Trocknen in in Isolatoren über: Marmor, Leder, Papier, Wachstuch, Federn, Knochen, Elfenbein, gedörrtes Eiweifs etc. — Zu den Isolatoren gehören das Glas, die meisten Verglasungen, die Edelsteine, der Turmalin, der Bergkrystall, mehrere ähnliche Fossilien, alle Harze, Erdharze, der Bernstein, die Steinkohlen, der Schwefel, das Wachs, die Seide, trockne Baumwolle, Federn, Wolle, Haare, fette und ätherische Oele, die vollkommenen Metalloxyde, trockne Luft etc. — Zu den Leitern gehören besonders die Metalle (die zugleich die am leichtesten mitthönenden Körper sind) im metallischen Zustande, Wasser, Nebel, Rauch, alle wässerigen Pflanzen- und Thiersäfte, Holzkohle, Salzlösungen, feuchte Luft, feuchtes Holz, die Erde, — glühendes Glas etc. Weingeist, ätherische Oele etc. werden nur zu Leitern, insofern sie Wasser enthalten; auch das geschmolzene Harz, der Schwefel etc. scheinen nur vermöge des geschmolzenen Krystallwassers zu leiten, und der Grad ihrer Leitungsfähigkeit kann als Mittel dienen, die Menge des enthaltenen Wassers zu bestimmen. Die sämmtlichen Leiter (sym-

perielectrische Körper) theilt man nach VOLTA in Leiter der I. und II. Klasse, jedoch ist diese Eintheilung nur von relativer Bedeutung, zur ersteren gehören die Metalle (deren Leitungsfähigkeit mit der Schmelzbarkeit durch den electrischen Funken im umgekehrten Verhältnisse steht; — so z. B. ist Kupfer durch den electrischen Funken am wenigsten schmelzbar, leitet hingegen am besten), Kohle und alle übrigen trockne leitende Körper; — zur zweiten die sämmtlichen flüssigen Leiter, die als solche gleichzeitig mit den electrischen Verhältnissen den chemischen Proceſs einzuleiten vermögen, und zwar nach Maasgabe ihres Wassergehalts, durch dessen Gegebenseyn und Vermittelung dann Oxydation des Leiters der ersten Klasse eintritt. — Bei den Isolatoren (als solchen) kann dieses nie der Fall werden, da sie nur in sofern isoliren, als wie sie kein liquides Wasser enthalten, und mithin sind sie nicht in zwei Klassen der Art zu zertheilen. — Ueberhaupt sind aber Isolation und Leitung, wie schon oben bemerkt wurde, nicht absolut oder specifisch, sondern nur graduel von einander verschieden. Leitung ist nur ein geringer Grad von Isolation, und umgekehrt. Der beste Leiter isolirt noch in einem gewissen Grade, und der beste Isolator leitet noch mit einer gewissen Stärke. — Leiter und Isolatoren bilden daher (und aus anderen, nachher aufzuführenden Gründen) nur eine grosse Reihe, die unter sich nach RITTER eine ähnliche erste und zweite Klasse darzustellen im Stande ist, als wie dieses bei den Leitern für sich statt findet. Sofern nämlich nur das Eintreten des chemischen Processes die Bedingung der zweiten Klasse ist, in

sofern ist jene Scheidung bei denjenigen Isolatoren leicht möglich, die als oxydirbare und verbrennliche Substanzen erscheinen, deren Zahl nicht geringe ist; jedoch giebt es auch eine nicht minder bedeutende Menge von Isolatoren, an denen bis jetzt höchst schwache, oder vielmehr gar keine Oxydationsfähigkeit bemerkt ist; diese haben Festigkeit, Härte, Rigidität mit einander gemein, welche als solche bei ihnen Ritters Meinung zufolge — der Werth der Hydrogeneität, d. i. der Oxydabilität oder Verbrennlichkeit jener ersetzen, oder vielmehr selbst darstellen soll, so dafs Rigidität = Hydrogeneität stände. Eine Meinung, die viel für sich — aber wie es mir scheint noch weit mehr gegen sich hat, und überhaupt willkührlich angenommen zu seyn scheint, ohnerachtet R — in seinem Electr. Systeme d. K. diese Gleichung möglichst weit durchführt, und, von ihr ergriffen, in dem Acte der Rigiditätserscheinung nur die deutliche Darstellung derselben zu erblicken glaubt. Vergl. Pfaffs Abhandl. u. Beurtheilung in Gehlens Journ. für d. Chem. Phys. u. Mineralogie. 5 Bd. 1 Hft. S. 82 ff.

2) Schon R. Boyle fand, dafs Trockenheit und Wärme die Electricitätserregung begünstige, und dafs rücksichtlich der Leitung ein bedeutender Unterschied zwischen den Körpern existire. Hawksbee (Physico mechanical experiments. Lond. 1709. 4.) bemerkte das Geräusch des electrischen Ausströmens und das Gefühl von Spinnweben, und bediente sich zu seinen Versuchen zuerst einer (Kugel) Maschine, während man sonst (und auch noch späterhin) blofs mit geriebenen Glasröhren experimentirt hatte. Auch stellte er die ersten Versuche über den electr. Funken in

der Guerikeschen Leere an: worüber die späteren Beobachtungen eines Hanley (von ihm in der sogenannten Kleistischen Leere oder dem Leidner Vacuum angestellt, d. i. eine Leidnerflasche — der später gedacht werden wird — aus der durch die Luftpumpe die enthaltene Luft bequem verdünnt werden kann), Muschenbroek, Morgan und Candi (Fischers phys. Wörterb. 1, 882 u. 884., Walsch und Ermann (Gilberts Annal. XI. 160—165.) dahin entschiedenen haben, daſs eine sehr verdünnte Luft z. B. die der Guerikeschen Leere leite und eine auffallende Verbreitung des electr. Lichtes gestatte, der leere Raum hingegen z. B. die vollkommene Torricellische Leere keineswegeſ.

3) Die im obigen Versuche gemachte Beobachtung, daſs leitende Substanzen, welche mit electrisirten Isolatoren in Verbindung stehen, dann selbst electrisch werden, wenn sie an fernerer Ableitung durch umgebende Isolatoren gehindert sind, machte zuerst Stephan Gray 1728, und stützte darauf das Verfahren, Menschen, Thiere etc., wenn sie isolirt sind durch Mittheilung zu electrisiren. Mitgetheilte Electricität (Electricitas communicata s. derivata) nennt man nämlich jene auf beschriebenem Wege dem isolirten Leiter ertheilte Electricität, im Gegensatze der ursprünglichen Electricität der Nichtleiter (Electr. originaria). Nach Oerstedts Beob. geschieht diese Mittheilung undulatorisch d. i. in abwechselnden — starken (expansiven, stark geleiteten) und schwachen (contractiven, minder geleiteten oder fast isolirenden) Schwingungen. Vergl. Gehlens N. A. Journ. der Phys. VI. Bd. 3 Hft. und Oerstedts Abhandl. sur la propagation

de l'electricité. Im Journ. der Phys. etc. p. Delameterie. Paris An. 1806. Mai. und Kastners Grundr. d. Chem. S. 198). — Bringt man einen isolirten electrisirten Leiter mit einem nicht electrisirten in Berührung, so verliert der erstere auf einmal seine ganze Electricität, während in einem electrisirten Isolator nur durch wiederholtes Berühren, und nur an der berührten Stelle das electrische Verhältnifs aufgehoben wird. Durch electrisirte und isolirte Leiter werden Isolatoren auf dem Wege der Mittheilung sehr wenig electrisch, und um sie überhaupt durch andere bereits electrisirte Körper zu electrisiren, müssen sie anhaltend an mehreren Stellen damit berührt werden. — Die Stärke des mitgetheilten electrischen Verhältnisses, richtet sich als Flächenprocefs nicht nach der Menge der vorhandenen Masse, sondern nach der Oberfläche und Längenausdehnung der Leiter, und überhaupt tritt das Verhältnifs der mitgetheilten Electricität bei dem Leiter nur auf der Oberfläche ein, und es kommt dabei nach Coulomb nicht auf die Verschiedenheit oder chemische Aehnlichkeit der Massen, sondern auf die Gleichheit der Massenquantität, und deren Umfänge an. Eine isolirte kupferne Kugel verliert z. B. bei der Berührung gerade die Hälfte ihrer Electricität. Es folgt aus diesen und aus mehreren ähnlichen Erfahrungen, dafs das electrische Verhältnifs rücksichtlich seiner Verbreitung unmittelbar nur von dem was an den Körpern quantitativ ist abhängt, und dafs das Hervorgehen der chemischen Qualität nur als secundäre Folge und Begleiterin anzusehen ist. Da wo das electrische Verhältnifs zugleich ein chemisches wird, oder als solches sich zeigt, ist es nicht mehr rein, sondern

von dem durch das Wasser eingeleiteten chemischen (Qualität setzenden) Processe begleitet, wodurch gleichzeitig das ganze Spannungsverhältniſs umgekehrt wird. Der reinste Ausdruck des electrischen Verhältnisses, kann daher nur bei vollkommener Abwesenheit des Wassers von Seiten höchst rigider Isolatoren und Leiter statt finden; da wo dieses mit in den Proceſs gezogen wird (welches bei den meisten electricit. Erregungen nothwendig eintreten muſs, da der Körper erst noch aufzuzeigen ist, dem alles Wasser mangelt), oder selbst eingreift, ist es zugleich ein mehr oder minder chemisches. Je stärker die Körper electrisch erregt werden, und um so geringer die Wassermenge ist, welche auf diese Weise in den electrischen Proceſs verwickelt wird, um so mächtiger werden die Erscheinungen der Funkenproduction u. s. w. ausfallen; denn diese sämmtlichen Phänomene, welche in der sogenannten electr. Atmosphäre (electr. Wirkungskreis) der Körper sich als etwas ausser dem electris. Körper Seyendes darstellen, sind wahrscheinlich Producte wirklich vorhandener — zur höchsten Electricitätserregung gediehenen — Wassermengen, die, als solche in einem Zustande erscheinen, der in Hinsicht von Ausdehnung und Streben nach steter Expansion, die Luftform noch weit hinter sich zurückläſst. Desaguliers (Phil. Transact. 1739—1742) führt zuerst die Namen: an sich electrische Körper und Leiter ein, und brachte die bisherigen Versuche auf allgemeine Gesetze.

4) Gray's Entdeckung gab die erste Veranlassung zur Darstellung des Hauptleiters oder ersten Leiters der Electrisirmaschine. Schon früher hatte O. v. Guerike a. a. O. Schwefelkugeln und

Hawksbee (vergl. oben) Glaskugeln zur Electricitätserregung angewendet; Hausen (novi profectus in historia electricitatis. Lips. 1743. 4.) führte ähnliche Maschinen zuerst in den physicalischen Unterricht ein, und Bose in Wittenberg, Winkler in Leipzig und Gordon in Erfurt gelangten auf diesem Wege zu sehr verstärkten Graden der Electricität. Die wesentlichen Theile einer Electrisirmaschine sind glattes Glas (in Kugeln oder Sphäroiden-Cylinder- oder Scheibenform) oder statt dessen Taffet, wollenes Zeug, gefirnifstes Holz u. m. dgl., welches isolirt gestellt, bequem gegen das Reibzeug gerieben werden kann. Das Reibzeug besteht am besten aus Taffet oder Leder, welches nachdem es mit Bernsteinfirnifs überzogen, mit einem sogenannten Amalgam d. i. einer Verbindung mit Quecksilber mit anderen darin auflöslichen Metallen, bestrichen wird. Am gewöhnlichsten wählt man das aus einem Theile Quecksilber und fünf Theilen geschmolzenem Zinke bestehende Kienmayersche Amalgam, welches mit etwas Kreide, Unschlitt oder Fett fein zerrieben und dadurch, so wie durch künftige, beim Reiben stets wechselnde Luftberührung stets mehr oder weniger oxydirt wird. Es mufs öfters nach jedesmaligem Trockenwerden auf das seidene oder lederne Kissen getragen werden, bis es dick genug aufliegt. Vergl. Journal de Phys. Aout 1788. p. 96 wo zuerst ein etwas abweichendes aber minder zweckmässiges Verhältnifs, nämlich 2 Theile Q. 1 Theil Zinn und 1 Theil Zink (Wolff setzt so viel feines Silber zu als das Q. verquicken kann) vorgeschlagen wurde. Eckartshausen (natürliche Magie) schlägt ein Phosphor haltiges Amalgam als sehr wirksam vor. Adams

empfiehlt zu gleichem Zwecke das Mussivgold (Essay on electricity. Lond. 1784. p. 27), und Wolff legt zwischen Amalgam und Glas (der Scheibe oder des Cylinders) ein Stück feines weisses Papier. Eine dritter wesentlicher Theil ist der metallene (am besten von polirten Messing) cylinderförmige, abgerundete erste Leiter oder Conductor, der so wie die ganze Maschine isolirt auf Glasfüssen steht, die am besten massiv und mit Siegellack überzogen sind, um möglichst zu isoliren und so wenig wie möglich Feuchtigkeit anzuziehen. Je grösser dieser Conductor ist, um so mehr wird er mit seinen Einsaugespitzen (Collectoren oder Zuleiter), welche das zu reibende Glas fast berühren, Electricität aufnehmen können, und um so concentrirter und schmerzhafter werden die ihm entlockten Funken ausfallen. Jedoch hat seine Grösse eine gewisse Grenze, zu groſs bietet er auch bei aller Politur, zuviel ausströmende Stellen dar, welche bei der sehr erweiterten Luftberührung leicht soviel zu entladen im Stande sind, als der Conductor von der Scheibe an Electricität aufzunehmen vermag. In Versuchen wo das Reibzeug nicht isolirt zu seyn braucht, hängt man zweckmässiger eine Messingkette vom Reibzeuge zur Erde herab, wodurch die Ansammlung der Electricität des ersten Leiters vermehrt wird. Ausserdem hat man noch einen zweiten Conductor, der am besten in seidenen Schnüren (isolirt) von der Decke des Zimmers herabhängt, und mit dem isolirten Reibzeuge in leitende Verbindung gesetzt wird, um die Electricität des Reibzeuges anzusammeln. Es ist zweckmässig in diesem Falle den ersten Conductor mit der Erde in leitende Verbindung zu bringen. Alles was bei der

Electrisirmaschine dazu bestimmt ist, Electricität anzusammeln, mufs vorzüglich abgeglättet seyn, weil alle Spitzen von selbst und schnell entladen. Daher wird auch bei Versuchen mit der Maschine, ausser der Entfernung aller Feuchtigkeit, durch gehörige Erwärmung des Glases und Leiters, und ausser einer möglichst trocknen umgebenden Luft, erfordert, dafs der Staub von allen Theilen der Maschine gehörig fortgeschafft sey. Planta (Allgem. deutsche Bibl. Anhang zum 13—24 Bd. 1ste Abthl. S. 549) und Ingenhous (dessen ver. Schriften; herausg. von Molitor. Wien 1784. 8. I. S. 172) wendeten bei ihren Versuchen zuerst Scheibenmaschinen an (die unter gleichen Umständen wirksamer als die übrigen sind); diejenige nach der von Cuthberson angegebenen Einrichtung hat zwei Scheiben und acht Reibzeuge, und die von ihm für das Teylersche Museum in Harlem nach dieser Art verfertigte (welche van Marum beschrieben und zu vorzüglichen Versuchen benutzt hat; vergl. Beschreib. einer ungemein grossen Electrisirmaschine etc. A. d. Holländ. übersetzt. Leipz. 1786. 4. Erste Forts. 1788. 4. Zweite Forts. Harlem 1795. 4.) ist von ausgezeichneter Güte. Klinger in Breslau hat nach diesem Muster eine für den Herzog Heinrich von Wirtemberg verfertigt, die sich zu Walisfort bei Glaz befindet. Gilberts Annal. IV. 3. S. 359. — Ueber Electrisirmaschinen von anderen Stoffen, vergl. Lichtenbergs Mag. I. S. 83, III. I. S. 118. Grens Journ. d. Phys. VII. S. 319. — G. C. Bohnenbergers Beschreibung einiger Electrisirmaschinen und electrischer Versuche. Stuttg. 1783. I—VI. Forts. 1791. 8. Dessen Beiträge zur theoretischen und

practischen Electricitätslehre. Stuttg. 1793—1795. I—IV St.

5) Setzt man die Electrisirmaschine in Bewegung, so wird die durch Reibung auf dem Glase angesammelte und hervorgerufene Electricität, dem Hauptleiter übertragen, und nähert man sich diesem nun, auf ähnliche Weise wie dem geriebenen Bernsteine oder Glase etc., so werden alle dort bemerkten Phänomene weit stärker und lebhafter eintreten. Die Funken werden mit einem grösseren Geräusche und in beträchtlicheren Fernen überschlagen, und dieses wird nach der Güte der Maschine und der gehörigen Isolation des Hauptleiters zunehmen. Die räumliche Weite, in welcher der Funke aus dem electrisirten Körper zu dem zu electrisirenden, oder umgekehrt, überzuschlagen vermag, nennt man die Schlagweite. Ausser den angegebenen Umständen, hat hierauf auch die Gestalt des Ausladers (oder zu electrisirenden Körpers) Einfluſs. Eine gewöhnliche gute Maschine, giebt bei trockner Luft 9—12 Zoll Schlagweite; grössere z. B. die in Harlem über 20 Zoll. — Das Geräusch und der lebhafte Funke beim Entladen, wird jedoch nur dann bemerkt, wenn das genäherte Ende des Ausladers oder Ableiters stumpf oder abgerundet ist; im Dunkeln bemerkt man dann, daſs die Funkenmasse nicht überschlägt, sondern, wie wenn der Hauptleiter mit Spitzen versehen wäre, in Gestalt eines dünnen Fadens überströmt; und jede ausströmende Spitze gewährt der gegen gehaltenen Hand, das Gefühl eines sanften Luftwehens oder Blasens. War der entladene Körper isolirt, z. B. ein auf einem Isolirschemel stehender Mensch, so erhält er ebenfalls

durch Mittheilung die Electricität des von ihm berührten Conductors, und kann nun wie dieser von Funkenproduction begleitet, durch andere Leiter entladen werden. War der Entladende hingegen nicht isolirt, so strömt die Electricität zur Erde über, ohne bemerkt zu werden. (Hier etwas von der Methode die Electricität zum medicinischen Gebrauche anzuwenden).

6) Watson fand zuerst (1746), daſs das Isoliren des Reibzeugs nur schwache Electricität des ersten Leiters gewähre (s. oben), woraus er folgerte, daſs das Reiben mehr dazu diene Electricität überzuführen, als unmittelbar zu erregen; und Canton zeigte (1753) zuerst entscheidend den grossen Einfluſs, welchen Glätte und Reibung auf die mitzutheilende Electricität haben, Versuche die von Beccaria (dell' Electricisnio artificiale 1753. 4.), Wilson (Transact. 1760. Vol. LI.) Bergmann (ebendas. 1764. Vol. LIV. und Schwedische Abhdl. 25 B. S. 344) Wilke (de electricitatibus contrariis. Rostoch. 1757. 4.) und Aepinus (Tentamen theoriae electricitat. Petropol. 1750. 4.) bestätigt und erweitert wurden. Ausser verschiedenen Entdeckungen über die später zu erläuternde entgegengesetzte Natur der Electricitäten, setzten die Versuche dieser Physiker, vorzüglich den bereits erwähnten Unterschied zwischen Ansammlung der Electricität auf glatten Körpern und zwischen Spitzenströmung fest; ein Unterschied der neuerlich durch Winterl (der die Wirkung der Spitzen electrischen Galvanismus nennt, vergl. Kastners Materialien etc. I. S. 200) genauer wie gewöhnlich beachtet wurde, und ihn zur Festsetzung eines besonderen Unterschiedes zwischen Electricität

und dem später zu gedenkenden Galvanismus leitete. Mir scheinen die Spitzen durch mehrere Umstände ihre eigenthümliche Wirkungsweise zu erhalten; einmal, indem sie mit abnehmender Begrenzung an ihrem äussersten Ende die Ansammlung von einer so geringen Quantität electrischer Flüssigkeit begründen, daſs diese dort durch ihren geringen Umfang den Gesetzen ihrer eigenen (auch in ihr wie in jeder Materie nicht ganz zu leugnenden) Cohäsion, welche sie sonst zum Funken (Tropfen) anhäuft, nicht mit einer Energie Folge leisten kann, die zur ausgedehnten Funkenbildung hinreicht, und zweitens, daſs alle Spitzen als längliche Körper (besonders so fern sie zugleich electrisch sind) magnetisch wirken, d. h. entgegengesetzte Polarität in der (für sie nicht isolirenden) Umgebung hervorrufen, dadurch theils selbst electrische Flüssigkeit von sich entfernen, theils die, wenn auch die Electricität in ihrer Reinheit isolirenrende, Umgebung, zu einem electrischen Magnete von entgegengesetztem Polwerthe erheben, der nun als entgegengesetzter Pol gegen die auf der Spitzenfläche angehäufte Electricität anziehend wirkt etc. Es hat diese hypothetische Vermuthung wenigstens das für sich, daſs wirklich ähnliche Erregungs- und Fortpflanzungsverhältnisse in der Natur existiren, die wir bei der Untersuchung des Turmalins und des Galvanismus näher kennen lernen werden.

7) Zu dem electrischen Apparate (so nennt man alle zur Hervorbringung und Untersuchung electrischer Wirkungen bestimmte Werkzeuge) gehört ferner das Electrometer oder Electroscop, wovon man verschiedene Arten hat, und die mehr dazu dienen, Electricität anzuzeigen (vorzüglich die sehr em-

pfindlichen) als auch zugleich zu messen. Ihre Einrichtung beruht im Allgemeinen darauf, daſs zwei mit gleichartiger Electricität versehene Körper genähert sich abstossen, vergl. XXVIII. u. obig. Versuch. Sind sie absichtlich minder empfindlich und beweglich eingerichtet, so werden sie nur benutzt um übermässige Anhäufungen von Electricität, z. B. das Ueberladen der Batterien zu verhüten. Jedes Electrometer muſs, abgesehen von der Berührung des zu prüfenden Körpers, isolirt gestellt werden können, und wird mit den Körpern entweder unmittelbar in Berührung gesetzt, oder einem diese Körper berührenden kleinen isolirten Conductor genähert. Zu den vorzüglicheren Electrometern gehören: Cantons Korkkügelchen-Electr., Volta's Strohhalm-Electr., Saussure's, Bennets und Ritters Blattgold-Electr. — ähnliche von du Fay's, Cavallo, Achardd, de Luc Henley's Quadranten-Elect., Brooke's, Coulombs electr. Waage, Marechauxs Electromicrometer. Vergl. Gehlers phys. Wörterb. Art. Electricit. Cavallo von der Electricit. überh. Leipz. 1797. I. S. 156. Grens Journ. d. Phys. I. 3. S. 380 und neues Journ. III. I. S. 51. Gilberts Annal. I. 3. S. 251. XVI. I. S. 115. Adams Versuch über die Electr. Aus d. Engl. übers. Leipz. 1785. S. 221 etc. de Luc Ideen über die Metereologie. I. S. 306. — Ueber die Einrichtung und den Gebrauch dieser Instrumente mündlich. — Mehrere electrische Spielwerke haben die versteckte Einrichtung der Electrometer. — Die Stärke, oder nach Winterl, die Anhäufung der Electricität nennt man gewöhnlich die electrische Spannung eines electrischen Körpers.

7) Wäre die Luft ein vollkommener Nichtleiter, und wären es auch die anderen, zur Isolation gebrauchten Substanzen, so würde ein isolirter electr. Leiter sein erhaltenes Maximum der Electr. stets von gleicher Stärke behalten; da dieses aber nicht der Fall ist, so schwindet sein electrischer Zustand nach und nach. Coulomb fand durch Versuche, dafs, wenn der halbleitende Zustand der Luft derselbe bleibt, das Verhältnifs der durch sie verloren gehenden Electricität eines Leiters zur mittleren Intensität eine beständige Grösse bleibt. Auch will er gefunden haben, dafs — in Beziehung auf die Electricitäts-Verbreitung über die den Leiter isolirenden Substanzen — zur vollkommenen Isolirung des Leiters, die Längen der isolirten Träger sich wie die Quadrate der Intensität der Electricität des Leiters verhalten müssen. — Bei einer schnellen und energischen Wirksamkeit der E. Maschine kann die im Ueberflufs dem Leiter zugeführte E., entweder nach dem Reibzeuge zurückgehen, oder nach anderen leitenden Theilen der Maschine sichtbar ausströmen.

9) Nähert man den zweiten isolirten Conductor einer Maschine dem ersten, so bricht auch zwischen beiden ein electrischer Funke aus — der an dem einen Ende roth, am andern blau, in der Mitte weifs ist; und dessen Farben bei grösserer Entfernung abwechseln, und der zweite C. ist nun electrisch. Dieselbe electrische Uebertragung findet zwischen beiden Conductoren statt, wenn sie mit einer leitenden, aber nicht, wenn sie mit einer isolirenden Zwischensubstanz verbunden werden. Findet sich zwischen beiden C. ein schlechter Leiter, z. B. trockne atmosphärische Luft, so

scheint der electrische Funke aus dem oberen C. stets nach dem untern überzuschlagen (welches Winterl das Fallen desselben nennt, vgl. m. Materialien Bd. I. S. 181 in d. Note) gleichgültig, ob sich der erste (positive) C. oben oder unten befindet. — Stellt man eine kleine metallene Schale, mit gehörig abgerundeten Rändern, worin etwas Schwefeläther oder erwärmter Weingeist befindlich ist, auf den isolirten Conductor, electrisirt denselben darauf, und nähert sich dann dem Aether mit einem Leiter, z. B. mit dem Finger, um einen Funken auszuziehen; so entzündet sich der Aether in demselben Augenblick. Dasselbe findet bei einem Gemische von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas in leitenden verschlossenen Gefässen statt, und hierauf gründet sich die Einrichtung und Wirkung des electr. Pistols. Ludolf in Berlin entzündete zuerst 1744 Vitrioläther durch den electrischen Funken, Winkler erwärmten Branntwein, Gralath in Danzig den Rauch eines eben verloschenen Lichtes, und Bose den Dampf von schmelzendem Schiefspulver. Fein zertheilter Phosphor und trocknes Schiefspulver lassen sich, so wie mehrere inflammable Substanzen, leicht durch den electrischen Funken entzünden. — Werden Haare, Büschel etc. oder an feuchte Zwirnfäden hängenden Korkkügelchen dem Conductor parallel hängend, genähert, so gehen sie beim Electrisiren divergirend auseinander. Setzt man einen Messingdrath der von einer Glasröhre umgeben in mehrere Spitzen ausläuft, mit dem electr. Conductor in leitende Verbindung, indem man ihn isolirt (die Glasröhre fassend) hält; so strömen im dunkeln sichtbare electrische Funken aus jeder Spitze, electrisches Flugrad, electrische Illumination, leuch-

tende Namenszüge, electrische Springbrunnen, die auflockernde Baumwolle, das in Zapfen ausschiessende, fliessende Siegellack etc. Wird hingegen ein isolirtes (an einem seidenen Faden hängendes) Korkkügelchen dem electr. Conductor genähert, so wird es bis zur Berührung angezogen, dann aber sogleich abgestossen, in welcher Lage es verbleibt, bis es einem nicht isolirten Leiter genähert wird; von diesem wird es angezogen, und nach der Berührung damit wieder vom Conductor, und so wechselseitig fort, oder es spielt auch zwischen beiden bis zur Berührung stets hin und her. Electrisches Glockenspiel, Tanz der papiernen Puppen, electrischer Sandwirbel, die tanzenden Hollundermarkkugeln etc. — Wasserdampf oder warmes Wasser leitet übrigens nach Franklin besser, als kaltes, und nach Hermbstädt N. A. Journ. d. Chem. Bd. II. S. 333 soll die Verdampfung des Wassers durch Electricität beschleunigt werden.

C) *Von den entgegengesetzten Electricitäten und von der electrischen Vertheilung.*

§. 108.

XXIX. Vers. Man verbinde einen an dem einem Ende abgerundeten, oder mit einer Kugel versehenen Metalldrath, der einen isolirenden (gläsernen) Handgriff hat, mit seinem anderen Ende (mittelst eines Drathes oder einer Kette) mit dem ersten Conductor der Electrisirmaschine und führe, während der Conductor electrisirt wird, das abgerundete Ende auf einem recht glatten,

mässig erwärmten, trockenen Harz- oder Siegellackkuchen umher, demselben so die Electricität des Conductors ertheilend, und bestäube den Harzkuchen dann mit Bärlappsaamen (Sem. Lycopodii); so bildet dieser auf den electrisirten Stellen des Kuchens, stralig auseinander gehende büschelförmige Figuren, denen in Fig. 15 ähnlich. Ertheilte man dem Kuchen hingegen auf gleiche Weise die Electricität des zweiten (mit dem isolirten Reibzeuge in leitende Verbindung stehenden) Conductors, oder unmittelbar des Reibzeuges, so bilden sich unter gleichen Umständen schwammige rundliche Flecke, mit kaum merklicher Stralung.

1) Man nennt diese Figuren nach ihrem Entdecker — Lichtenbergische Figuren; vergl. G. C. Lichtenberg de nova methodo, natura motum fluidi electrici investigandi; in den nov. comment. societ. Götting. T. VIII. 1777. S. 169. Und Villarsy und A. v. Arnim in Gilberts Annal. Bd. V. S. 35 etc. Augenscheinlich zeugen diese Fig. von entgegengesetzten electrischen Verhältnissen. Electrisirt man eine Siegellackstange mit einem Katzenfelle durch Reiben, und läſst darüber ein kleines leichtes Korkkügelchen mittelst eines feinen Zwirnfadens schweben, so wird dieses von einer andern geriebenen Siegellackstange, oder von dem isolirten electr. Reibzeuge abgestossen, von einer geriebenen Glasröhre, oder von dem electr. Conductor hingegen angezogen werden. — Theil man einem Korkkügelchen die Electricität des ersten Con

ductors d. M., dem andern diejenige des Reibzeugs derselben mit; so ziehen sich beide an, und ihre Electricitätswerthe gehen in o über. — Theilt man die Electricität eines Körpers den Kügelchen oder Blättchen eines Electrometers mit, so daſs sie divergiren, und nähert es darauf mit dem Deckel einer schwach geriebenen Siegellackfläche oder Stange, so gehen die Kügelchen noch weiter auseinander — wenn die erhaltene Electricität derselben mit derjenigen des Siegellacks übereinkommt; hingegen fallen sie bei entgegengesetzter Electricität zusammen. Nähert man zwei isolirte Leiter, die beide gleich stark mit der Electricität des ersten Cond. oder des Reibzeugs geladen sind, gegenseitig, so erscheinen bei ihrer Annäherung keine Funken, und jeder behält seine Electricität. Hingegen entwickeln sich starke Funken, und das electrische Verhältniſs wird nach Maasgabe der Berührung beider aufgehoben, wenn der eine isolirte Leiter die E. des isolirten Reibers, und der andere isol. Leiter diejenige des isol. Reibzeugs hatte. — Hält man mittelst eines gläsernen Handgriffs einen an beiden Enden zugespitzten Metalldrath, in gehöriger Ferne zwischen den electr. Conductor der Maschine, und zwischen den electr. Conductor des Reibzeugs, so bemerkt man an der, dem ersteren Cond. zugekehrten Spitze das Ueberströmen der E. in Form eines Feuerbüschels, und an dem lezteren in Gestalt eines leuchtenden Sterns oder Punctes.

2) Schon du Fay (mem. de Paris. 1733—1737.) machte auf den Unterschied des geriebenen Glases und des Harzes aufmerksam, und unterschied sie durch die Benennung Glas- und Harzelectricität; Bezeichnungen, die aber bald verworfen wurden, da

man fand, daſs sowohl das Glas, wie auch das Harz beide Electricitäten annehmen könne. Franklin unterschied beide Electricitäten, die des Reibers und diejenige des Reibzeugs der Glasmaschine, als mathemat. Grössen, und nannte daher die erstere — positive oder Plus-Electricität; die leztere — negative oder Minus-Electr. Kinnerslay in Boston fand, daſs du Fays Glas- und Harzelectr. mit Franklins pos. und negat. Electr. übereinstimmen. Lichtenberg bezeichnete beide durch + E. und — E. — Franklin erklärte die Phänomene der positiven Electricität durch einen vorhandenen Ueberschuſs die negative hingegen durch Verminderung einer und derselben angenommenen electrischen Materie, von der jede nicht electrische Substanz eine gewisse, nicht freiwirkende Menge besitzt. Diesen lezteren Zustand der Körper nennt F. denjenigen der Sättigung der Körper mit Electricität; oder den natürlichen Zustand der Electricität eines Körpers, deren Vermehrung = + E, und deren Verminderung = — E erscheint. Nur isolirte Körper können + oder — E besitzen, die nicht isol. Leiter befinden sich in jenem natürlichen Zustande der Electricität. Die electrische Atmosphäre der Körper ist = einer durch Vertheilung electrisirten Luft. — Zu den neneren Vertheidigern der Franklinschen Voraussetzung, gehören Gren und Volta, und sofern man das + oder — E bei der Entstehung als höhere Zustände gelten läſst, die erst bei vorhandenen und unterworfenen Wasser eine expansible (über die Gasform hinausgehende) sogenannte electrische Flüssigkeit bilden (vergl. oben) hat sie sehr viel Wahrscheinlichkeit für sich. Uebrigens vergl. man noch Avogadros Ideen

und Folgerungen, und PRECHTLS scharfsinnige Bemerkungen darüber, so wie über TREMERY's Hypothese: GEHLENS Journ. für Chemie, Physik u. Mineral. VI. 53. etc. — Eine andere gute Hypothese (die jedoch, scharf verglichen mit den Phänomenen, welche sie erläutern soll, der F.schen nachzustehen scheint) ist das sogenannte dualistische System des ROB. SYMMER, der zwei verschiedene (und sofern sie für sich existiren — positive Materien annimmt, von denen die eine die Erscheinungen des + E, die andere die des — E bewirken; beide ziehen sich an und geben vereint das o E, welches aber hiernach — auch ein eigenthümlich Existirendes seyn muſs. SYMMER stellte seine Vers. 1759 an, und CIGNA setzte sie weiter fort.

3) Zwei isolirt hängende geriebene Glasstangen (oder zwei geriebene Harzstangen) stossen einander ab, eine geriebene Harzstange und eine geriebene Glasstange, ziehen sich an. Ueberhaupt gelten folgende aus der Erfahrung abgeleitete Gesetze:

+ E und — E ziehen einander an;
+ E und + E stossen einander ab;
— E und — E stossen einander ab.

Es sind diese Verhältnisse ganz denen magnetischen Anziehungs- und Abstossungsgesetzen ähnlich. Vergl. §. 99.

4) Nach WILSON erhält der härteste (und am wenigsten leitende) von zwei gegenseitig geriebenen Isolatoren, allemal + E, der minder harte — E. (Verschiedene Glätte und Feuchtigkeit ändern indeſs diese Resultate sehr ab.) — Bei den Leitern erhält unter zweien, in Berührung kommenden, nach RITTER der oxydirbarere + E, der weniger

oxydationsfähige — E. Dasselbe, was also bei den Isolatoren die grössere Härte bestimmte, wird demnach bei den Leitern durch die stärkere Oxydabilität hervorgerufen. (Vergl. oben die Bemerkung üb. R's Meinung.) — Bei der E. Maschine erhält das isolirte Reibzeug stets die entgegengesetzte Electricität des Reibers und Conductors: — E wenn diese + E, und + E, wenn diese — E enthalten. Nach Ritter ist die Spannung (+ oder — electr. Anhäufung) zweier Körper (sowohl Leiter als Isolatoren) a und z, jedes Abstandes in ihr, gleich der Summe aus den einzelnen Spannungen von ab, bc, cd u. s. f. bis und mit yz. Werden einzelne Glieder aus der Spannungsreihe der Leiter mit solchen aus der Spannungsreihe der Isolatoren zusammengebracht, so verhalten sie sich nach R. wie Glieder der lezten Reihe, und umgekehrt. — Beide Isolatoren und Leiter bilden nach R. folgende Spannungsreihen, auf die zum Theil schon früher Bergmann aufmerksam machte.

Spannungsreihe der		*Beide vereint bilden folgende:*
— E.		*— E.*
Isolatoren.	*Leiter.*	
Schwefel	Wasser	Schwefel
⋮	⋮	⋮
Siegellack	Manganesoxyd	Manganesoxyd
⋮	⋮	⋮
Schwarze Seide	Graphit	Schwarze Seide
⋮	⋮	⋮
Weisse Seide	Erze	Silber
⋮	⋮	⋮
Papier	Kohle	Wolle
⋮	⋮	⋮
Holz	Silber	Kupfer
⋮	⋮	⋮
Wolle	Kupfer	Glas
⋮	⋮	⋮
Glas	Eisen	Zink
⋮	⋮	⋮
Turmalin	Blei	Demant
⋮	⋮	
Demant	Zink	
+ E.		+ E.

Die Kohle ist in ihrer Leitungsfähigkeit und Annahme der Stärke von + und — E gegen unter oder über stehende Glieder sehr verschieden. Uebrigens sind die Glieder in folgenden Reihen so gestellt, daſs das nach + E zustehende mit dem vorhergehenden gerieben stets + E, hingegen mit dem nachfolgenden, noch weiter als es selbst nach + E zu liegenden: — E erhält. — Die negativeste Substanz unter allen ist,

nach bisherigen Beobachtungen, die heisse Luft, die positiveste der Demant. — Kortum hat in Lichtenbergs Magaz. B. X. S. 15. Vergl. Ritter a. a. O. S. 124, u. f. mehrere Versuche beschrieben, die zur Ergänzung obiger Reihen dienen können. Er liefs eine Menge von Substanzen durch Siebe von Mousselin, schwarzem Taffet, weissem Taffet, Haar und Silber in Pulverform fallen; mehrere unter ihnen, z. B. Borax-, Zucker-, Citronen- und Weinsteinsäure, Zucker, Mennige, Zinnober, schwefelsaurer Zink und Talk, sublimirter Schwefel, gepulverter Quarz, Kopal, Bimstein, Drachenblut, China, Rhabarber etc. wurden — E. Hingegen kohlensaures Kali, Natron, (Ammoniak), Kochsalz, Salpeter, schwarzes Eisenoxyd, weisser Flufsspath, Waizenmehl etc + E, mehrere andere bildeten 3 Glieder, zwischen — und + E der andern schwebend. — Ueber mehrere ähnliche Versuche vergleiche man v. Arnim a. a. O., Hauy in den Annal. du Museum nation. d'histoire naturelle. T. III. p. 309—314 übers. in Gehlens N. A. J d. Chemie. B. III. S. 96—100. Kortum a. a. O. S. 3—9. Vasalli in Gilberts Annal. B. VII. S. 498 v. Gersdorff ebend. B. XVII. S. 200. — Cavallo's Electricitätslehre. B. II. S. 4. Dessen Experimentalphys. IV. B.

5) Aber nicht blofs durch Reiben, sondern bei den übrigen oben erwähnten Arten der Electricitätserregung entsteht dieser electrische Gegensatz. Bringt man auf rothglühendes, stark rostiges Eisen plötzlich Wasser, so wird das Eisen positiv electr., im Gegentheil negativ, wenn das Eisen nicht rostig war. Wird Wasser auf rothglühendem Bouteillen-Glase verdampft, so erhält das Glas und das etwa zu-

rückgebliebene Wasser positive Electricität. Leitet man heissen Wasserdampf auf eine ziemlich grosse und isolirte Metallplatte, so wird dieselbe durch die an ihr vorgehende Verdichtung des Dampfes positiv electr. Weingeist oder Aether, auf heissen Kohlen verdampft, hinterläſst die Kohlen negativ; geriethen beide Flüssigkeiten aber in Brand, so erzeugte sich keine Electricität. — Die von Liphardt und später von Bünger (Gilberts Annal. XXIII. 2. S. 230) beob. Electricität der in zinnernen Kapseln abgekühlten Chocolade. — Schmilzt man Schwefel in einem silbernen Löffel, so zeigt der geflossene Schwefel negativ. E, und das Silber höchst positiv. E; beim Erstarren des Schwefels geht gleichsam mit beiden Verhältnissen eine Wandelung vor, der Schwefel erhält positive, das Silber negative Electricität. Wird er hingegen in gläsernen Gefässen geschmolzen, so hat er nach dem Abkühlen — E und das Glas + E. Vergl. Volta's metereol. Briefe. Leipz. 1793. I 257. Lavoisier und de la Place über die E, welche die Körper absorbiren, wenn sie zu Dämpfen werden, aus den Mem. de l'acad. de Paris. 1781 übers. in Lavoisiers Schriften von Link. Greifsw. 1792. S. 59. Cavallo a. a. O. II. 159. ff. Dasselbe findet beim Turmalin, Topas u. m. anderen Fossilien statt (Vergl. Aepinus von den Eigenschaften des Turmalins. Uebers. Gräz 1772. 8. Grens Journ. d. Phys. VII. 87), und das, was in beiden vorhergehenden Substanzen, im blossen Nebeneinander sich gestaltete, geht hier in ein und derselben Substanz vor. Durch Erwärmung wird nämlich das electrische Verhältniſs unter Form des Magnetism (vergl. §. 5. S. 56) in dem Turmalin erregt. Im Dunkeln bemerkt man

dabei nach zwei gegen überstehenden Richtungen einer Linie (mit der Richtung seiner Blätter und Streifen gleichlaufend) ein lebhaftes + und — electrisches Leuchten, und das Electrometer zeigt beide Electricitäten an. Der Pol, der durch dieses Erwärmen negativ wurde, wird beim Erkalten positiv. Erwärmt man das eine Ende (Pol), während man die andere erkältet, so bekommen beide eine Electricität. Durch Reiben kann man entweder eines oder beide Enden positiv machen. Berührt man ihn während der Erwärmung oder Erkältung mit einer leitenden Substanz, so erhält er die entgegengesetzte Electricität, an dem einen oder beiden Enden, von derjenigen, die er sonst erhalten haben würde. — Läſst man zwei entgegengesetzte electr. Körper sich durch gegenseitige Berührung erschöpfen, und trennt sie dann wieder, so zeigen mehrere Körper der Art eine bedeutende Neigung die verlornen Electricitäten wieder anzunehmen, es ist mithin bei der Berührung der verschiedengeartete electr. Zustand noch nicht absolut aufgehoben, sondern nur unterdrückt worden. Beccaria nennt dieses die vindizirende Electricität, und hat darüber in seiner Electrisirkunst Th. II. Abschn. VI. mehrere Beobachtungen niedergelegt. — So geht auch ein Electrometer, welches in der Nähe der Erde, Mauern, Bäume u. s. w. negativ war, in den positiven Zustand über, wenn man es an heiteren Tagen nicht zu langsam (d. i. erschütternd? K) vom Boden erhebt. Eine senkrecht schwebende Kupferstange erhält an einem Ende + am anderen — E.

6) Alle diese Beobachtungen zeigen deutlich, daſs jeder Körper beide electrische Zustände + und — E anzunehmen und zu wechseln im

Stande ist, und daſs er einer jeden Aufforderung von bestimmtem electrischen Werthe (z. B. entschieden + oder — E) mit der entgegengesetzten aus sich selbst entwickelten Electricität zu folgen vermag. Ein Verhältniſs, welches zusammengesetzter in den chemisch differenten Massen, und einfacher in den magnetischen Substanzen dargestellt wird.

7) Rücksichtlich der Electricität überhaupt, heiſst ein mit einer der Electricitäten versehene Körper, different; der hingegen in welchem keine von beiden Electricitäten, mithin o E gegeben ist, indifferent. Daher auch die Ausdrücke electrische Indifferenz, und Stärke der electr. Differenz. In dem Maase wie die leztere (die Intensität des + oder — E) wächst, nimmt auch das Bestreben zur electr. Indifferenz zwischen beiden zu. Zugleich folgt hieraus die Anziehung der mit entgegengesetzter Electr. geladenen Körper, und ihre Abstossung, wenn beider E. gleichen Werth hat; auf dieselbe Weise wie beim Magnetismus (nach Coulomb im umgekehrten Verhältniſs des Quadrates ihrer Entfernungen), vergl. oben.

§. 109.

Die meisten der vorhin aufgeführten Beob. zeigen, daſs jeder electrisch geladene Körper, in seiner Nähe Electric. hervorruft, die der seinigen entgegengesetzt ist; ein Verhältniſs, welches der magnetischen Vertheilung ähnlich, die electrische Vertheilung genannt wird, und entweder einen oder zwei und mehrere gegenüberstehende Körper,

in einen electrischen Magnet verändert. Der erstere Fall ist z. B. beim Turmalin gegeben, wo beide (+ und —) electrische Werthe, in einer und derselben Substanz gleich den Polen eines Magnets entwickelt werden, der andere in allen denjenigen Fällen, wo zwei sich berührende Körper, nach der Berührung (Reibung etc.) + und — E zeigen, aber nicht bloſs bei Isolatoren, sondern auch bei zwei Leitern, wenn beide durch eine dünne isolirende Schicht getrennt sind, und der eine davon bereits mit einer der Electricitäten geladen ist. Hieher gehört die Einrichtung der Kleistischen- oder Leidner- oder sogenannte Verstärkungsflasche und mehrerer ähnlicher Apparate.

1) Zur Erläuterung der electrischen Vertheilung diene folgendes Schema, welches einem neuerlichst von Oersted (a. a. O.) entworfenen ähnelt.

$$A + E \;-\; E \underset{\text{Indifferenz}}{\overset{B}{\text{———————————}}} + E$$

E sey z. B. ein unelectrischer isolirter Leiter der ersten Klasse, dem man eine geriebene + E habende Glasstange A nähert, ohne ihn zu berühren oder Mittheilung zu gestatten; so wird das gegen A gekehrte Ende des Leiters — E und das abgekehrte Ende gleichzeitig + E erhalten. Diese electrische Spannung des isolirten Leiters, wird aber sogleich aufhören, wenn man die Glasstange entfernt; welches am besten zwei an Strohhalme beieinander hängende Korkkügelchen zeigen, die beim + E Ende des Leiters hangend,

während der Vertheilung mit + E divergiren, nach Wegnahme des Glases hingegen zusammenfallen. Nähert man wiederum die Glasstange, und berührt zugleich mit einem Finger das + E Ende des Leiters, so werden die noch divergirenden Kügelchen zusammenfallen, indem das + E des Leiters dem Finger mitgetheilt wird, und das — E des Leiters durch das Glas gebunden ist. Zieht man hingegen Finger und Glas zugleich weg, so fahren die Kügelchen mit — E auseinander, indem dieses übrig bleibend nun über den ganzen Leiter vertheilt wird. Wählt man statt der Glasstange Harz, so wird der Erfolg derselbe seyn, nur wird das — E des Harzes sich gegenüber in B + E, und am abgekehrten Ende von B — E erregen. — Wird Marienglas in Blätter gespalten; so zeigt das eine der beiden getrennten Blätter — E, das andere + E (Cavallo von der Electr. II. S. 384). Dasselbe beobachtete Wilson am trocknen und warmen Holze.

2) Der Körper B erscheint obigem zufolge an beiden Enden mit dem stärksten Ausdrucke entgegengesetzt electrischen Werthes; nach der Mitte zu vermindert, und in der Mitte am schwächsten. Eine Vereinigung beider E in B, kann wegen der stets mächtiger erregenden und spannenden Einwirkung des Körpers A nicht statt finden, und, indem zugleich dieser Wirkung zufolge das gebildete — E des Körpers B von A angezogen, das + E abgestossen wird, so erklärt sich daraus, weshalb sich in der Mitte von B ein electrischer Ruhe- oder Indifferenzpunct bildet.

3) Gleicht sich das — E des B, mit einem Theil des + E von A aus, so bleibt in B und A nur die gleichnamige Electr. zurück, die dann nach Maasgabe

des Leitungsvermögens des Leiters, und ob er isolirt ist oder nicht, auf ihn angesammelt wird; und dann ist die oben berührte electr. Mittheilung gegeben. Bei dem mit der Maschine in Berührung gesetzten isolirten Conductor, ist nämlich die Ansammlung der Electricität ursprünglich auch nur durch Vertheilung bedingt; das + E des Glases ruft zuvörderst — E im Leiter hervor (oder zieht das in seinen o E vorhandene an) macht dadurch + E im Leiter frei, welches, so wie das nachkommende nicht mehr durch — E des Leiters zu bindende + E des Glases, nach Maasgabe der Capacität des Conductors angesammelt wird. Steht der Conductor hingegen mit der Erde in leitender Verbindung, so wird stets soviel — E auf ihm erregend entwickelt, als + E vom Glase erscheint, und das was als überflüssiges + E (durch die Erregung des — E) dem Leiter bleiben sollte, wird durch das in der Erde schon vorhandene — E ebenfalls gebunden, und so der ganze electrische Zustand des Leiters fortwährend o E erhalten.

4) Das Schema jeder geladenen Leidner Flasche ist — E. M. + E. I. — E. M. + B; wenn M M Metallbeleg oder Werthe guter Leiter, und I sowohl isol. Schicht, als auch in seiner Mitte: electr. Indifferenz bezeichnet. Es sind nämlich in derselben die leitenden Flächen (Belegungen, Armaturae) nur durch eine dünne Glasschicht getrennt, weshalb die Electr. einer jeden (der äusseren und inneren) Seite, nm so stärker auf die andere wirket (ohne diese gegenseitige vertheilend erregende Wirkung im mindesten durch wirkliche Vereinigung in o E aufzulösen) und so ein Maximum von electr. Spannung oder Anhäufung auf beiden Seitenflächen begründen kann. Mehrere

Flaschen (oder statt derselben belegte Tafeln), zusammen verbunden, bilden die electrische Batterie, deren Grösse nach dem Inhalt der belegten Flächen bestimmt wird. — Um die einzelne Flasche (oder die Batterie) zu laden, oder zu electrisiren, faſst man sie entweder an der äusseren Belegung, und bringt den Knopf derselben gegen den Conductor der Electr. Maschine, oder man faſst sie an dem Knopf, und berührt den Conductor mit der äusseren Belegung. Hat man die Flasche isolirt, und bringt in einem geringen Abstande von der äusseren Belegung eine Ableitung an, so bemerkt man bei jedem zwischen dem Knopf und dem Conductor sich erzeugenden Funken, einen anderen zwischen der äusseren Belegung und der Ableitung. Indem nämlich die innere Beleg. $\pm$ E von dem Conductor erhält, wird an der äusseren eine entsprechende Quantität $\mp$ E relativ gebunden, und mithin ihr $\pm$ E frei, welches, wenn es nicht abgeleitet wird, auf den inneren Beleg zurück wirkt, und so die Ladung der Flasche unmöglich macht. Der electr. Zustand der äusseren Beleg. ist daher stets (bei einer geladenen Flasche) dem der inneren entgegengesetzt. Am schnellsten wird die Flasche geladen, wenn man die eine Belegung mit dem isolirten Reibzeuge, die andere mit dem Conductor der Maschine in leitende Berührung setzt. Die Dicke des Belegs trägt zur Stärke der Ladung (die bei übrigens gleichen Umständen von der Grösse der Belegungsfläche abhängt) nichts bei, wohl aber vermögen die mehr oder minder isolirende Beschaffenheit des Glases (das bei dem wenigsten Alkaligehalt am mindesten isolirt) die zum Theil von der grösseren oder geringeren Dicke, Reinigkeit und

Temperatur desselben bestimmt wird, die Continuität der Belegung und deren verschiedenen glatten Oberflächen, die mehr oder weniger Trockenheit der Luft etc. Veränderungen in der Ladung zu bewirken, die der Absicht des Experimentators zuwider sind (Vergl. Bohnenberger's Beiträge etc. I. St. S. 1. f. u. II. St. S. 11. f.) — Ist die geladene Flasche oder Tafel vollkommen isolirt, so zeigt keine der einzeln berührten Belegungen einen Funken, und verliert ihren Zustand bei trockner Luft in langer Zeit nicht; ja sie behält ihn sogar, wenn die dazu besonders eingerichteten beweglichen Belegungen einzeln durch isolirte Substanzen getrennt werden; und zeigt ihn bei nachheriger Annäherung derselben und Verbindung mittelst leitender Substanzen wieder. Verbindet man beide Belegungen der geladenen Flasche durch irgend eine leitende Substanz (Erschütterungskreis); so entladet sich die Flasche, und der dadurch erzeugte, jedoch bei jeder Flasche seine Grenze habende Schlag ist um so stärker, als zur Ladung mehr Funken der Electr. Maschine entnommen wurden. Berührt man den Knopf einer nicht isolirt geladenen Flasche, und setzt dadurch eine unvollkommene Leitung zwischen beiden Belegungen, so entladet sie sich in kurzer Zeit ohne Erschütterung. Würde bei der Ladung das Maas der Funkenvertheilung überschritten, oder die Flasche überladen, so entladet sie sich von selbst über den unbelegten Rand, und oftmals wird sie dabei zerschmettert. Bei gleicher Leitungsfähigkeit mehrerer leitender Substanzen nimmt der Erschütterungsfunken stets den kürzesten Weg; und der die Entladung vermittelnde Leiter wird übrigens (selbst wenn er auch isolirt ist) nicht selbst electrisirt. Be-

wirkt man die Entladung dadurch, dafs man mit einem gekrümmten, an beiden Enden zugespitzten Drath, die beiden Belege gleichzeitig berührt, so bemerkt man bei der Entladung keinen Funken, sondern ein zischendes Ueberströmen; jedoch zeigt sich an der, der innern Belegung zugekehrten Spitze des Draths (wenn die Flasche durch den Conductor der Glasmaschine geladen war) ein leuchtender Stern, an der äussern Beleg. hingegen ein Feuerbüschel (Vergl. oben). Um zwei Flaschen zu laden, isolirt man eine derselben, und bringt ihre äussere Beleg. mit der innern einer andern nicht isolirten Fl. in leitende Verbind., und electr. dann ihre innere Belegung. Es werden dann beide Fl. mit ähnlichen E. geladen. Ladet man mehrere Fl. auf diese Art, so findet man, dafs jede folgende eine schwächere Ladung hat, als wie die vorangehende. Setzt man hingegen die inneren Belegungen mehrerer Flaschen, — so wie auch die äusseren, also die sich gleichartigen, in leitende Verbindung und ladet dann mittelst dem Conductor d. M., so erhält man die oben erwähnte electr. Batterie, deren Entladungsstärke um so grösser ist, als es die Grösse ihrer Belegungsflächen waren (Vergl. oben). Bei jeder Entladung einer Flasche werden nur die Electr. der Beleg. vereint, es bleibt daher noch die des Glases zum Theil übrig, weil dasselbe als Nichtleiter den Uebergang hindert; man nennt diese Electr. den Rückstand oder das Residuum, und kann sie kurze Zeit nach der ersteren Entladung, als einen in Verhältnifs des ersteren sehr schwachen Schlag, auf gleiche Weise ausziehen. Es bewirkt nämlich der electr. Zustand des Glases, durch Vertheilung, das Hervorgehen zweier der eigenen electr. Stärke

entsprechenden electr. Werthe, in denen durch die erstere Entladung indifferenzirenten Beleg. Das Glas wird dadurch nothwendig = o, und die Belege = + und — E electrisch, welches sie dann durch die zweite Entladung bezeugen. — Bei einer starken Batterie ist jener Rückstand oftmals noch bedeutend genug, um einen sehr heftigen Schlag hervorzubringen. Ueberhaupt sind die Wirkungen der verstärkten Electr. der Flaschen und der Batterie, in Vergleich mit denjenigen der blossen Maschine, bei weitem energischer. Entzündliche Substanzen, wie Wasserstoffgas, Alkohol, Aether, Harz, Baumwolle, Schwefel, Schiefspulver etc. werden schnell entflammt, Metalldräthe geschmolzen und in Dämpfe gewandelt (v. Marum schmolz mit einer Batterie von 550 Quadr. Fuſs Belegung einen 25 Zoll langen und $\frac{1}{40}$ Zoll im Durchmesser habenden Eisendrath), kleine Thiere getödtet, und thierische Reizbarkeit in allen den Theilen vernichtet, durch die der electr. Funke geht. Kartenblätter (so wie auch mehrere Bogen Papier, Eier, Glasscheiben u. dgl.) durchbohrt, und zwar so (vielleicht von der durch den Widerstand bewirkten allseitigen Explosion), daſs der Rand des Löchleins nach beiden Seiten aufgeworfen ist. Läſst man Glasscheiben bloſs durch den Funken bestreichen, ohne sie zu zerschmettern — welches leztere am leichtesten statt findet, wenn die Richtung des Funkens die Bruchfläche des Glases trifft — so hinterläſst derselbe eine unverwischliche schwärzliche Spur, die auf Veränderung der Kieselerde deutet, und bisher zu wenig berücksichtigt wurde.

5) Besondere Aufmerksamkeit verdienen aber in chemischer Hinsicht die Wirkungen auf verschiedene

Luftarten, Alkohol und ähnliche Flüssigkeiten, und besonders auf das Wasser; vergl. meine Materialien I. Bd. S. 243 ff. 264. ff. 34. 35. 36. 104. 147. f. 164. 203. 224. 229. ff. 233. ff. 239 etc. Da wir die Einwirkung des electr. Verhältnisses auf die genannten Substanzen, so wie auf mehrere andere, in der Folge bei der Untersuchung solcher Körper selbst, näher berücksichtigen werden, so genügen wir uns hier, nur anzuzeigen, daſs das Wasser durch Einwirkung des + und — E zu zwei ähnlichen Gegensätzen ausgebildet oder zerlegt wird, nämlich in Hydrogen oder Wasserstoff und Oxygen oder Sauerstoff, zu deren Sammlung und Wiederverbrennung durch den electrischen Funken, die Fig. 14 angegebene in der Folge näher zu beschreibende Vorrichtung dienen kann. Vergl. Priestley's Geschichte der Electr. Deutsche Uebers. S. 53; über die Franklinschen Tafeln, zuerst von Levis 1747 angegeben; vergl. Phil. Transact. N. 485. p. 93; Bohnenbergers Beiträge I. S. 1 ff. Beccarias Masse aus gepulvertem Marmor und Colophonium, statt des Glases der Flasche. Verstärkung der Wirkung durch Anhäufung der inneren Belege. Vergl. Cuthberson in Gilberts Annal. III. 1. S. 3. Nöthige Vorsicht beim Laden einer Batterie. Tödtung von Bäumen durch starke electr. Schläge. Gilberts Ann. I. 3. und v. Marums 2te Forts. etc. S. 171. Franklins Zaubergemälde etc. Cavallo a. a. O. I. S. 236. Herstellung der Metalloxyde; v. Marum a. a. O. S. 37. und Gilberts Ann. I. 3. 271. Ueber die Hitze des electr. Funkens und das Steigen des Thermometers; v. Marum in Gilberts Ann. I. 2. S. 247. Ueber die Ausdehnung der Luftarten durch den electr. Funken; v. Marum a. a. O. S. 39. u. Kastners Materialien a.

oben a. O. LICHTENBERGS Figuren auf belegten Glastafeln. REMER in GILB. Ann. VIII. 3. S. 326. Die Leidner Flasche (Phiola Leidensis) wurde durch v. KLEIST den 11. Octob. u durch CUNAEUS in Leiden entdeckt.

6) Auf ähnliche Weise wie in der Leidner Flasche beide Electricitäten gegenseitig gebunden, und in der bestimmt entsprechenden Spannung erhalten werden, findet dieses auch bei dem von WILKE 1762 erfundenen und von VOLTA 1775 verbesserten, beständigen Electricitätsträger oder Electrophor statt; nur dafs hier Anhäufung und Wirkung minder stark ist. Reibt man nämlich den dünnen, glatten, in einer metallenen (oder hölzernen, mit Stanniol überzogenen) Scheibe oder Schüssel ruhenden, und damit die Basis des Electroph. bildenden Kuchen (aus schwarzem Pech, Harz, Siegellack, Glastafel, oder ähnlichen isolirenden Substanzen bestehend) indem man ihn, am besten nach vorangegangener gelinder Erwärmung, mit einem trocknen warmen Katzenfelle oder Fuchsschwanze peitscht, und setzt dann mittelst seidener Schnüre oder einem isolirenden Handgriff, den aus einer stark leitenden Substanz, z. B. Zinn oder Holz mit Stanniol bezogen, bestehenden Deckel (oder Trommel oder Conductor des Electroph, der stets kleiner als der Kuchen seyn mufs) darauf; und berührt diesen nun mit dem Finger, so erhält man einen kleinen electr. Funken; hebt man den Deckel darauf wieder an den Schnüren gefafst (isolirt) ab, und berührt dann den Kuchen, so bekommt man ebenfalls einen kleinen Funken. Je weniger die Basis isolirt steht, um so besser gelingt der Versuch. Ein mit dem Deckel in leitender Verbindung stehendes Electrometer zeigt beim Aufsetzen

jedesmal die gleichnamige Electricität des Kuchens; hingegen nach der Fingerberührung und Funkenentstehung, und an dem in beträchtlicher Ferne wieder von dem Kuchen unberührt und isolirt in die Höhe gehobenen Deckel, keine Electricität. Berührt man ihn hingegen, ehe man ihn aufhebt, so zeigt er, nach dem Abheben, die der Kuchenelectricität entgegengesetzte Electricität. Sie ist ihm mithin nicht durch den Kuchen mitgetheilt, sondern durch Vertheilung bei der Fingerberührung auf ähnliche Weise, wie dem Leiter in der electr. Atmosphäre (vergl. oben) in ihm erregt worden. Auf ähnliche Art wie in der L. Fl. wird übrigens in dem Deckel und dem Kuchen, die einmal erregte Electr. gebunden, und in gleichmässiger Spannung erhalten. — Berührt man mit einem Finger die nicht isolirte Basis, und mit dem andern den isol. darauf gelegten Deckel; so entladen sich beide durch einen Erschütterungsfunken, und beide Electricitäten sind gänzlich indifferenzirt. Statt den Kuchen mit dem Fuchsschwanze zu peitschen, um ihn electr. zu erregen, kann dieses auch mittelst der Electrisirmaschine geschehen; legt man nämlich auf die isolirte Basis den Deckel, berührt ihn mit dem Finger oder einem anderen nicht isolirten Leiter, während man die Scheibe durch eine E. Maschine positiv electrisirt, so ist der Electrophor vollkommen dem gepeitschten gleich. Berührt man mit dem Deckel — nach geschehener Berührung und Aufhebung — den Knopf einer Leidner Fl.; und hält dabei ihre äussere Beleg. in der Hand, oder setzt sie einer leitenden Verbindung aus; oder berührt umgekehrt die äussere Beleg. etc. (vergl. oben) so wird die L. Fl. nach und nach geladen.

Umgekehrt kann auch die Electr. des Electroph. durch eine geladene Flasche verstärkt werden; soll er nämlich mehr negative Electr. haben, so fährt man mit der auf der innern Seitenbeleg. positiv geladenen Flasche, auf dem Kuchen hin und her, indem man sie bei dem Knopfe anfaſst.

7) Eine ähnliche Weise — gegenseitig entgegengesetzte Electricitäten in gleichmässiger Spannung oder gebunden zu erhalten, wie sie bei dem Electroph. gegeben ist, findet noch in vorzüglicherem Grade bei dem von Volta erfundenen Condensator der Electricität statt. Er ist wie der Electroph — aus einer Basis, die aber aus einem einzigen Halbleiter, z. B. aus einer trocknen Marmorplatte — (oder aus mit Siegellack oder Firniſs dünn überzogenem trockenen Holze etc.) besteht, und aus dem beweglichen metallenen Deckel zusammengesetzt ist. Bei dem Gebrauche setzt man den Deckel auf die nicht electrische Basis, und bringt ihn mit derjenigen Substanz in leitende Verbindung deren Electricit. Zustand untersucht werden soll. Er erhält dadurch einen dem electr. Zustande der Substanz entsprechenden Electritäts-Grad. Dieser bewirkt in der Basis Electricit. Vertheilung, wodurch die in dem Deckel zuvor gesammelte Electr. gebunden, und dieser geschickt gemacht wird, der Substanz eine neue Quantität zu nehmen; es geht dieser Proceſs bis auf einen gewissen Punct fort; hebt man darauf den Deckel an dem isolirenden Griff in die Höhe, so zeigt sich die frei werdende, angehäufte, sonst gebundene Electricität, mit grösserer Energie, als wie es ohne Gebrauch des Condensators der Fall gewesen seyn würde. Es lassen sich daher mit Hülfe dieses Instruments die schwäch-

sten Electricit. der Körper anzeigen, weshalb es auch von einigen Mikroelectroscop oder Mikroelectrometer genannt worden ist.

8) Lichtenberg schlug vor, zum Condens. eine zwischen zwei Metallplatten liegende dünne Luftschicht anzuwenden; und hierauf gründet sich die Einrichtung des Cavalloschen Collectors mit doppelter Luftschicht. Vergl. dessen Experimentalphys. 4 Bd. und philos. Transact. Vol. 78. S. 255 und Grens Journ. d. Phys. Bd. I. S. 275 ff. und Lichtenberg in Erxlebens Naturlehre 6te Aufl. S. 505. — Volta in den Philos. Transact. Vol. 72. P. I. Auf gleichen Gründen beruht auch Bennets Duplicator, und dient zu demselben Zwecke. Cavallo und Nicholson haben ihn sehr verbessert. Vergl Gren u. a. B. I. S. 49. ff. u. B. II. S. 61 ff. Webers Glascondensator; Gilberts Ann. XI. 3. S. 344. Reads von Cuthberson verbesserter Condensator; ebend. XIII. 2. S. 208. Gilbert über die Instrumente, welche bestimmt sind, sehr kleine Grade von Electr. zu verstärken und merkbar zu machen; dessen Ann. IX. 2. Desormes und Hatchet über den Verdoppler. Ebendas. XVII. 4. S. 414. — Mit Hülfe des Condens. fand man beim Schmelzen und Erstarren, Verdampfen, Verdünnen etc. (vergl. oben zu Anfang des Cap.) Electricitätserregung gesetzt, und die Energie derselben auf eine möglichst bestimmte Weise angegeben.

D) *Ueber die electrischen Meteore.*

§. 110.

XXX. Vers. Jeder aus dem Cond. gezogene elect. Funke bewegt sich in kleinen Fernen geradelinigt, bei grösseren hingegen, Seitenanziehungen zubie-

gend, dem Blitze ähnlich geschlängelt; dessen weitere Uebereinstimmung mit dem electr. Funken bereits WALL (Philos. Transact. 1708. Vol. XXVI. N. 1314.), und später 1752 B. FRANKLIN entdeckte, und worauf der leztere die Erfindung der Blitzableiter gründete. Aber nicht blofs der Blitz, sondern auch mehrere Meteore sind theils electrischen Ursprungs, theils von electrischen Phänomenen begleitet.

1) Die besten Blitzableiter bestehen aus kupfernen aneinander geketteten Blechen. In meinem Grundr. d. Chemie. I. Bd. S. 201. schlug ich vor, sich nicht blofs gegen den Blitz durch Ableiter zu schützen, sondern ihn zu phys. Versuchen mit Hülfe der Blitzableiter zu benutzen. Neuerlichst hat man ihn wenigstens zur Zersprengung von grossen Steinmassen angewendet. — Uebrigens vergl. man B. FRANKLIN New experim. and observat. on electricity. Lond. 1751. 4. und dessen Briefe von d. Electr. a. d. E. m. A. von J. E. WILKE. Leipz. 1758. und dessen sämmtliche Werke. Aus d. Engl. und Franz. übers. von G. T. WENZEL. Dresden 1780. gr. 8.

2) Ueber die Electrometeore vergl. LAMPADIUS Atmosphärologie. S. 66 u. s. f. Es gehören hieher das Gewitter (Regen und Schneegewitter) die Orcane die Wasser- und Landtromben, das St. Elmensfeuer, Helenenfeuer, Castor und Pollux, die fliegenden Drachen und ähnliche ziehende leuchtende Meteore, die Nord- und Südlichter vergl. §. 105. N. 4 u. 5. dies. Grundr., die Sternschnuppen, die ruhigen und explodirenden Feuerkugeln

(hier etwas über die Meteorsteine), die Entstehung der meisten Hydrometeore und verschiedener Winde, zum Theil auch die Irrlichter, die vulcanischen Ausbrüche und die Erdbeben etc. Ihre Erklärung, so weit sie nach jetzigem Zustande der Metereologie möglich, mündlich. Die meisten beruhen auf electr. Vertheilung, gehemmte Leitung und Ausgleichung.

3) Zur Untersuchung der Luftelectricität dienen theils die Electrometer, theils mit Metalldrath verbundene Drachen und kleine Luftballons.

E) *Von der thierischen Electricität.*

§. 111.

Die meisten Processe lebender vorzüglich thierischer Organismen, sind theils von electr. Vertheilung und Ausgleichung begleitet, theils selbst davon abhängig, da indeſs die hieher gehörenden Phänomene, noch weniger wie die rein electrischen zu den Anziehungen in meſsbaren Fernen gezählt werden können, und da in den meisten Fällen der Art, zugleich chemische Veränderungen der Stoffe eintreten, so verweisen wir einstweilen auf das, was über die Electr. Erregung weiter oben (A. u. ff. dies. Cap.) beigebracht wurde, und verschieben die genauere Untersuchung vorzüglich merkwürdiger Electricitätsentwickelungen in lebenden organischen Körpern, bis zur Lehre vom Galvanismus d. i. der durch Galvani zuerst bemerkten electrisch - magnetisch - chemischen Thätigkeit dreier heterogenen Leiter.

1) Ausser den bis jetzt angeführten Methoden der Electricitätserregung der Körper, entdeckte Aloysius Galvani, vormals Professor der Arzneikunde zu Bologna, im Jahr 1790, daſs zwei verschiedenartige Metalle, womit ein Muskel und der zugehörige Nerve eines Frosches belegt wurden, heftige Zuckungen in dem Muskel bewirkten, so bald sie in leitende Verbindung mit einander gesetzt werden. Er stellte mehrere und abgeänderte Versuche darüber an, und machte sie im Jahr 1791 in folgender Schrift bekannt: Al. Galvani de viribus electricitatis in motu musculari commentarius. Bononiae 1791. 4. Sie wurde unter andern von Mayer übersetzt (Prag 1793. 8.) und von Gren in dessen Journ. d. Phys. Bd. 6. Hft. 3. im Auszuge mitgetheilt. Schon früher 1767 machte Sulzer die hieher gehörende Bemerkung, daſs Blei und Silber mit der obern und untern Zungenseite, und dann unter sich in Berührung gebracht, einen — wie er sich ausdrückt — Eisenvitriol (schwefelsaurem Eisen) ähnlichen Geschmack erregt; auch erzählte Cotugni in einem Briefe vom Jahr 1784, einen dem Galvanischen Froschversuche ähnelnden Fall, und hielt die Erscheinung für electrisch. Galvani schrieb diese Erscheinungen einem eigenthümlichen electrischen Verhältnisse zu, und nannte es — thierische Electricität. — Abilgaard, Achard, Ackermann, Aldini, v. Arnim, Ash, Behrends, Boissier, Bostoch, Berlinghieri, Caldani, Charles, Colsmann, Corradori, Coulomb, Creve, Desormes, Fontana, Fourcroy, Foroler, Gautherot, Genettes, Giulio, Grapengiesser, Gren, Guyton, Halle, v. Haug, Hermbstädt, v. Humbold, Hunter, Jadelot, Jaeger, Kielmeyer, Klein, La-

grave, Michaelis, Monro, Pelletan, C. H. Pfaff, Reil, I. E. L Reinhold, Ritter, Sabathier, Schelling, Schmuk, Sömmering, Trevianus, Vauquelin, Volta, Wael, Walloston, Wilson u. m. a. beschäftigten sich mit der Fortsetzung dieser Versuche, und ihre Bemühungen giengen besonders dahin, die Wirkung mehrerer Metalle und anderer Substanzen auf thierische Theile, in Rücksicht ihrer Reizbarkeit, zu versuchen. Sämmtliche hieher gehörende Phänomene (und die späterhin darauf folgenden) begriff man, dem Entdecker zu Ehren, unter der Benennung Galvanische Erscheinungen, oder Galvanismus (Synon. sind Metallreiz, und Voltaische Electricität).

2) Ehedem nannte man den Galvanismus ausschliessentlich thierische Electricität; eine Benennung die man späterhin aufgab, da man bemerkte, daſs ähnliche Thätigkeitsverhältnisse auch zwischen bloſs anorganischen Stoffen eintreten können. Wir mögten unter dem Ausdrucke thierische Electricität, die mehr oder minder eigenthümliche Erregung der Electricität in thierischen Körpern, die Empfänglichkeit mit Nerven begabter Organismen für äussere Electricitätsentwickelung, und das in verschiedenen Organismen eigenthümliche Leitungsvermögen für die Electricität überhaupt begreiffen; ohne durch diesen Ausdruck eine gänzliche Verschiedenheit von der allgemeinen Electricität andeuten zu wollen.

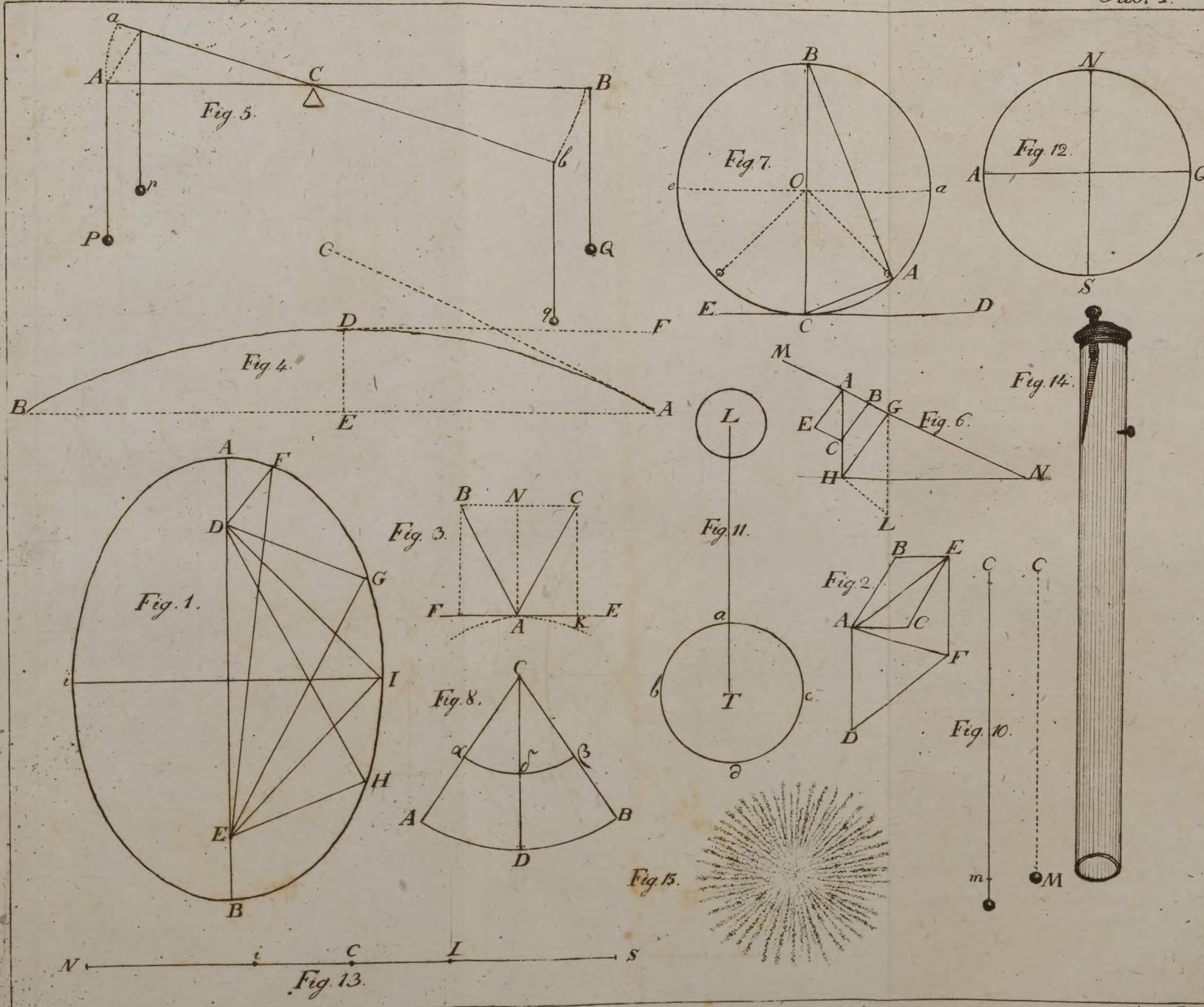
3) Hier etwas von den Wünschelruth- und Pendelversuchen Campetti's und Ritters; vergl. Gilberts crit. Aufsätze über die in München wieder erneuerten Versuche mit Schwefelkies-Pendeln und Wünschelruthen (A. dessen Annal. besonders abgedr.). Halle 1808. 8. J. W. Ritters Siderismus. 1s Hft. Tübingen 1808. 8.

§. 112.

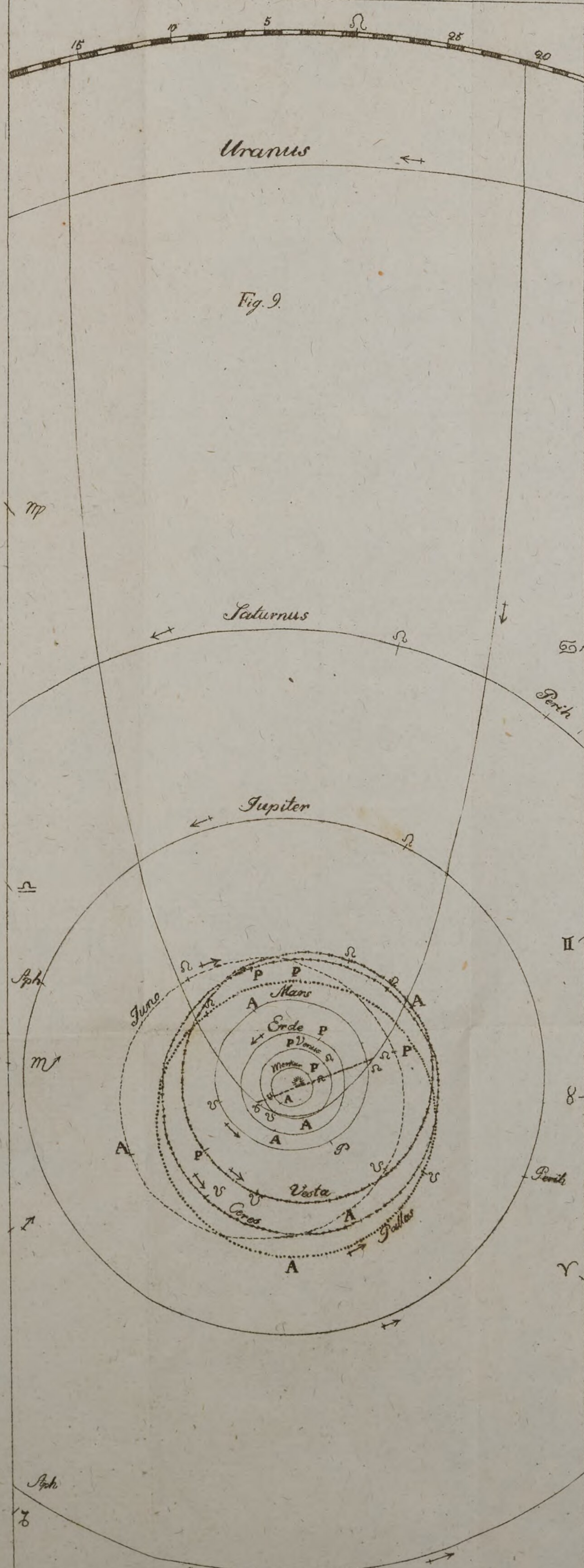
Die bisher abgehandelten Phänomene der Electricität lassen sich, in Ermangelung einer vollstän-

digen Theorie, zum Theil mehr oder weniger gezwungen nach FRANKLINS Hypothese, weniger zureichend nach der dualistischen Ansicht des SYMMER erläutern, aber nicht erklären. Soviel scheint indeſs schon aus jenen Verhandlungen zu folgen, daſs electrischer Zustand und electrische Flüssigkeit zwei verschiedene Dinge sind, die nicht verwechselt werden müssen, wenn man sich einer Theorie des electr. Verhältnisses überhaupt nähern will. Im nächstfolgenden Cap. werden wir Gelegenheit erhalten, diese Ideen näher zu prüfen; hier einstweilen eine kurze mündliche Entwickelung und Anwendung auf das bisherige.

1) Uebrigens vergl. man noch ausser den bereits angeführten Schriften: KRATZENSTEIN Theoria electric. Hal. 1786 4. J. KREUSLER: Epitome phys. general. electricität. Heidelbergae 1764. 8. CUTHBERSONS Abhdl. von der Electr. Aus d. Holländ. Leipz. 1786. 8. G. ADAMS Vers. über die Electric. aus d. Engl. Leipz. 1785. 8. W. ALMMENSEN de Electricitate propria lignorum. Lucernae 1754. J. G. KESSLER Beweg. d. electr. Materie etc. Landsh. 1788. 3te Forts. ebendas. 1796. 8. REUSS Repertor. commentat. etc. Thl. IV. S. 344—366. Göttingen 1805. 4. J. G. KRÜNITZ Verzeichn. d. vornehmsten Schriften von der Electricität. Leipz. 1769. 8. K. G. KÜHN Gesch. d. medic. Electr. I. II. Leipz. 1783. 1785. 8. J. G. VOIGTS Versuch einer neuen Theor. d. Feuers, d. Electr. etc. 1793. 8. Die Lehre von der Electr. theoret. u. pract. aus einandergesetzt von J. A. DONNDORFF. I. II. Erfurt 1784. 8. JAC. LANGENBUCHERS Electricitätslehre. Augsb. 1788. 8. HILDEBRANDTS dynam. Naturl. II. Bd. S. 815 etc.


Fig. 5.
Fig. 7.
Fig. 12.
Fig. 4.
Fig. 14.
Fig. 6.
Fig. 1.
Fig. 3.
Fig. 11.
Fig. 2.
Fig. 8.
Fig. 10.
Fig. 15.
Fig. 13.

Kastn. Experim. Phys. I.r Bd. Tab. II.



Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Kastner, Karl Wilhelm Gottlob,

Grundriß der Experimentalphysik

Bd.: 1

1810

Bamberg, Staatsbibliothek -- Phys.o.39(1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11763611-3